6(49.3)151 c

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

5,06(49.3)

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. Cath., c. IV.

TROISIÈME SÉRIE

TOME XVII — 20 JANVIER 1910

(TRENTE-QUATRIÈME ANNÉE ; TOME LXVII DE LA COLLECTION)

LOUVAIN
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
(M. J. Thirion)
11, RUE DES RÉCOLLETS, 11

1910

22-88518 June 27

Imprimerie F. & R. Ceuterick, 60, rue Vital Decoster, Louvain
(Ancienne rue des Orphelins, 32).

UN DEMI-SIÈCLE DE DARWINISME

L'an dernier, l'Université de Cambridge conviait les biologistes anglais et étrangers à venir célébrer chez elle un double anniversaire : le centenaire de la naissance de Charles Darwin et le cinquantenaire de la publication du livre fameux : *The Origin of Species* (1).

Sociétés scientifiques, académies, corps enseignants et universités ont répondu en nombre à cette invitation et se sont fait représenter à Cambridge (2).

Les solennités ont tourné à l'apothéose. Il fallait s'y attendre. Les admirateurs de Darwin se réunissaient dans sa patrie pour glorifier son œuvre : la critique aurait eu mauvaise grâce à venir troubler la fête.

A en croire les panégyristes de l'illustre maître, non seulement les doctrines darwiniennes auraient prodigieusement influé sur les sciences biologiques pendant la seconde moitié du XIXe siècle — ce qui est un fait

(1) Charles Darwin est né à Shrewsbury, le 12 février 1809. La première édition de son livre : *The Origin of the Species by Means of Natural Selection*, parut vers la fin de 1859. M. Francis Darwin a publié, l'an dernier, la première rédaction de cet ouvrage, datant de 1844 et, jusqu'à présent, restée inédite.

(2) Fermant les yeux sur le caractère franchement antireligieux de tout le mouvement darwinien, pour ne se souvenir que de l'homme de science que fut Charles Darwin, l'Université catholique de Louvain n'a pas voulu rester étrangère aux fêtes de Cambridge : elle y a envoyé un délégué, M. le Chanoine Henry de Dorlodot. Ce dernier a même, en son nom privé, lu une adresse qui est toute à l'éloge du célèbre biologiste anglais.

De ce fait, il faut en rapprocher un autre : l'Université de Paris, invitée, l'an dernier, à prendre part aux fêtes de Louvain, n'a pas jugé à propos de s'associer au jubilé d'une Université catholique. On voit de quel côté il y a plus de largeur de vues et d'intelligente impartialité scientifique.

incontestable — mais elles n'auraient rien perdu, à l'heure actuelle, ni de leur valeur objective, ni de leur fascinant prestige.

Telle est l'impression que laisse la lecture d'un très intéressant recueil publié récemment par l'*University Press* de Cambridge (1). Sous le titre de *Darwin and modern Science*, A. C. Seward, professeur de Botanique à la même Université, a groupé une série d'études sur les théories darwiniennes et sur l'influence exercée par le Darwinisme dans les diverses branches du savoir.

Parmi les collaborateurs, on compte : Weismann, de Vries, Bateson, Strasburger, Schwalbe, Loeb, Lloyd Morgan, Höffding, F. Darwin. C'est assez dire que les spécialistes les plus qualifiés ont répondu à l'appel que leur avait adressé la *Cambridge philosophical Society*. Les matières traitées sont des plus variées : la théorie de la sélection, la variation, la descendance de l'homme, Darwin comme anthropologiste, Darwin et la géologie, les facteurs mentaux de l'évolution, le mimétisme, le darwinisme et la sociologie, l'influence de Darwin sur la pensée religieuse, etc., etc. Rien n'y manque : pas même un article plutôt inattendu sur « Darwin et l'histoire ».

En lisant ces divers *Essays*, l'idée ne vient assurément pas que le darwinisme puisse actuellement subir une crise assez grave. Et pourtant, il faudrait être bien peu au courant du mouvement des idées en philosophie biologique, pour ignorer que la thèse darwinienne se

(1) *Darwin and Modern Science*. Essays in Commemoration of the Centenary of the Birth of Charles Darwin and of the fiftieth Anniversary of the publication of *The Origin of the species*, edited for the Cambridge Philosophical Society and the Syndics of the University Press by A. C. Seward, professor of Botany in the University. Honorary Fellow of Emmanuel College. Cambridge, at the University Press, 1909.

heurte aujourd'hui à de nombreux et redoutables adversaires.

Dennert ne donnait-il pas, il y a quelques années déjà, à deux de ses ouvrages le titre significatif de *Vom Sterbelager des Darwinismus* (1) ? Dès 1896, Hans Driesch allait jusqu'à écrire : « Le darwinisme appartient à l'histoire tout comme cette autre curiosité de notre siècle : la philosophie hégélienne. Ces deux doctrines sont des variations sur un même thème : comment on peut mener toute une génération par le bout du nez. Elles ne sont pas précisément de nature, ni l'une ni l'autre, à relever beaucoup notre fin de siècle aux yeux de la postérité (2). »

Tout récemment, Driesch n'était pas moins catégorique. Dans un article de la REVUE DE PHILOSOPHIE (3), il écrivait : « La complète banqueroute du darwinisme comme théorie *générale* de la descendance est tout à fait hors de doute. »

Ces jugements sont bien sévères, comme on voit. On en pourrait signaler de semblables, émanés d'autres biologistes en vue, tels que Reinke, Fleischmann, Wolff, Pauly, etc., etc.

Aussi bien, Plate, un champion convaincu du pur darwinisme — c'est lui qui a remplacé Haeckel à Iéna — est-il obligé d'avouer que bien des savants de marque, autrefois darwinistes, désertent maintenant les uns après les autres et passent à l'ennemi.

Comment concilier ces constatations défavorables au darwinisme et l'optimisme des congressistes de Cam-

(1) *Vom Sterbelager des Darwinismus.* Ein Bericht von Dr Phil. E. Dennert, 4-6 Tausend, Max Kielmann, Stuttgart, 1905. — *Neue Folge*, 1-3 Tausend, 1906.

(2) BIOLOGISCHES CENTRALBLATT, 1896, p. 355.

(3) *Biologie scientifique et transformisme.* REVUE DE PHILOSOPHIE, novembre 1909, p. 494. Cet article, à l'exception de quelques parties nouvelles, est la traduction de quelques chapitres du grand ouvrage de Driesch : *The Science and Philosophy of the Organism*, dont l'édition allemande va paraître incessamment.

bridge? Le darwinisme marche-t-il, à l'heure présente, à son midi ou à son déclin ?

Pour répondre à cette question, il faut, on l'a déjà souvent fait remarquer, distinguer deux aspects très différents : la doctrine de l'évolution, d'une part, et, de l'autre, les théories évolutionnistes propres à Darwin.

S'agit-il de la doctrine de l'évolution en général, il est parfaitement vrai qu'elle triomphe aujourd'hui sur presque toute la ligne. M. Cuénot écrivait en 1901 : « Le transformisme, c'est-à-dire la notion de la descendance des espèces évoluant sous l'influence des facteurs naturels est un fait acquis ; il n'est maintenant plus un biologiste, j'entends sérieux et surtout compétent, qui le conteste (1). »

Cette affirmation est d'une exagération quelque peu tendancieuse. Elle serait même franchement inexacte, si par « évolution sous l'influence des facteurs naturels » on devait entendre l'évolution universelle, telle que l'admettent les monistes. Il reste en effet encore, heureusement, quelques biologistes sérieux et même compétents, qui ne sont point monistes. Mais il demeure vrai que le principe de l'évolution est admis, au moins dans une certaine mesure, par la presque universalité des biologistes contemporains.

Or, comme personne n'a contribué plus que Darwin à la diffusion et au succès des doctrines transformistes, c'est simplement justice de reconnaître que ses idées ont, dans ce sens, pleinement triomphé.

Mais Darwin ne s'est pas contenté d'affirmer le *fait* de l'évolution : il a voulu en expliquer le comment et le pourquoi. Il a donné une *théorie de l'évolution* où la sélection naturelle joue, on le sait, un rôle prépondérant.

(1) Revue générale des Sciences pures et appliquées, 1901, p. 264.

Qu'est-il arrivé ? A mesure que la doctrine de la descendance allait de victoire en victoire, le sélectionnisme darwinien était de plus en plus violemment attaqué par bon nombre de biologistes contemporains. Plusieurs estiment même qu'il est définitivement battu.

On s'explique dès lors comment on peut à la fois parler et du triomphe et de la décadence du darwinisme. Tout dépend du sens plus large ou plus restreint que l'on donne à ce mot (1).

Dans les pages qui suivent, laissant de côté toute discussion sur la vérité du fait de l'évolution, on s'occupera uniquement des théories spécifiquement darwiniennes. On voudrait, après avoir dit brièvement ce qu'elles furent, expliquer leur incroyable vogue pendant près de trente ans, leur baisse progressive dans l'estime du monde savant, le sort enfin que leur réserve, selon toute vraisemblance, un très prochain avenir.

Cet exposé, que l'on souhaiterait aussi objectif que possible, n'est ni « pour Darwin », ni « contre Darwin ». En s'y essayant, on a eu présente à l'esprit une re-

(1) Dans son livre, *Der heutige Stand der Darwin'schen Fragen* (Leipzig, 1907), Francé proteste contre l'emploi du terme darwinisme pour désigner la théorie particulière de Darwin sur l'évolution. Pour lui, ce terme doit signifier : doctrine de la descendance en général. Cette prétention ne semble pas justifiée. Ce serait, sans doute, manquer de loyauté que de répéter : « le darwinisme est aujourd'hui en complète banqueroute » devant des auditeurs qui par « darwinisme » entendraient l'ensemble de la thèse évolutionniste. On laisserait entendre par là, profitant d'une équivoque, que la doctrine de la descendance a perdu tout crédit dans le monde scientifique, ce qui est le rebours de la vérité. Mais, quand on prend soin de s'expliquer et de faire les précisions convenables, il semble, au contraire, parfaitement scientifique de n'appeler darwinisme que le système évolutionniste personnel de Darwin. Weismann, un fervent néo-darwiniste, estime que « la découverte du principe de la sélection naturelle est le chef-d'œuvre de Darwin et que c'est elle qui rendra le nom de Darwin immortel » (*Charles Darwin und sein Lebenswerk*, Festrede gehalten zu Freiburg i. Br. am 12 Februar 1909, p. 22). — Si les faits se montrent maintenant en complet désaccord avec la théorie de la sélection naturelle, tant pis pour Darwin !

marque très juste de Claude Bernard : « En science, écrit l'illustre physiologiste, le mot de critique n'est point synonyme de dénigrement ; critiquer signifie rechercher la vérité en séparant ce qui est vrai de ce qui est faux, en distinguant ce qui est bon de ce qui est mauvais. Cette critique, en même temps qu'elle est juste pour le savant, est la seule qui soit profitable à la science (1). »

I. — DE LAMARCK A DARWIN

A) *La théorie finaliste de l'adaptation chez Lamarck*

Pour comprendre Darwin, il faut connaître ses précurseurs et notamment Lamarck, le plus grand de tous (2).

Le premier, en effet, ce naturaliste vraiment génial posa d'une manière nette la question de l'origine des espèces et s'engagea, avec une sûreté de vue étonnante, dans la voie qui conduira vraisemblablement un jour à la solution définitive de ce difficile problème. Lamarck a commis de lourdes erreurs, c'est vrai. Il est permis de trouver un peu puérile telle ou telle de ses interprétations. A-t-on assez ridiculisé, par exemple, son *explication* de la girafe ou celle du kanguroo (3) ! Il ne

(1) *Introduction à la médecine expérimentale*, p. 301.

(2) Non pas que Darwin ait subi grandement l'influence de ses devanciers : il a été, dans toute la force du terme, un autodidacte. Mais, pour comprendre la fortune de ses idées, il est indispensable de savoir ce qu'elles ont ajouté aux théories évolutionnistes précédemment proposées.

(3) Voici le texte de Lamarck ; il ne manque pas de saveur : « Les efforts dans un sens quelconque, longtemps soutenus ou habituellement faits par certaines parties d'un corps vivant, pour satisfaire des besoins exigés par la nature ou par les circonstances, étendent ces parties et leur font acquérir des dimensions et une forme qu'elles n'eussent jamais obtenues, si ces efforts ne fussent point devenus l'action habituelle des animaux qui les ont exercés. Les observations faites sur tous les animaux connus, en fournissent partout des exemples. En veut-on un plus frappant que celui que nous offre

faudrait pas que ces plaisanteries faciles fissent oublier les mérites du savant qui eut, sur les lois fondamentales du monde vivant, de si pénétrantes intuitions.

Lamarck part de ce fait, considéré comme évident, pour quiconque s'est « longuement et fortement occupé de la détermination des espèces », à savoir qu'on éprouve une difficulté extrême, soit à classer les individus dans des espèces bien nettement distinctes, soit à faire un départ rigoureux entre les races et les espèces.

D'emblée, il arrive à cette conclusion qui contient en germe tout le transformisme : « Je dis qu'ils (les animaux) forment une série rameuse, irrégulièrement graduée et qui n'a point de discontinuité dans ses parties ou qui, du moins, n'en a pas toujours eu, s'il est vrai que par suite des espèces perdues, il s'en trouve quelque part. Il en résulte que les espèces qui terminent chaque rameau de la série générale tiennent, au moins d'un côté, à d'autres espèces voisines qui se nuancent avec elles » (1).

Voilà le fait de l'évolution affirmé. Comment Lamarck l'explique-t-il ? Lui-même nous donne, réduit à ses éléments fondamentaux, l'essentiel de son système :

le kanguroo ? Cet animal, qui porte ses petits dans la poche qu'il a sous l'abdomen, a pris l'habitude de se tenir debout, posé seulement sur ses pieds de derrière et sur sa queue et de ne se déplacer qu'à l'aide d'une suite de sauts, dans lesquels il conserve son attitude redressée pour ne point gêner ses petits. Voici ce qui en est résulté :

1° Ses jambes de devant, dont il fait très peu d'usage et sur lesquelles il s'appuie seulement dans l'instant où il quitte son attitude redressée, n'ont jamais pris de développement proportionné à celui des autres parties et sont restées maigres, très petites et presque sans force ;

2° Les jambes de derrière, presque continuellement en action, soit pour soutenir le corps, soit pour exécuter les sauts, ont au contraire obtenu un développement considérable et sont devenues très grandes et très fortes ;

3° Enfin, la queue, que nous voyons ici fortement employée au soutien de l'animal et à l'exécution de ses principaux mouvements, a acquis dans sa base une épaisseur et une force extrêmement remarquables » (*Philosophie zoologique*, chap. 7, Influence des circonstances sur les actions des animaux).

(1) *Philosophie zoologique*, ch. [illegible]

« Le véritable ordre de choses qu'il s'agit de considérer en tout ceci, consiste à reconnaître :

» 1° Que tout changement un peu considérable et ensuite maintenu dans les circonstances où se trouve chaque race d'animaux opère en elle un changement réel dans leurs besoins ;

» 2° Que tout changement dans les besoins des animaux nécessite pour eux d'autres actions pour satisfaire aux nouveaux besoins et, par suite, d'autres habitudes ;

» 3° Que tout nouveau besoin nécessitant de nouvelles actions pour y satisfaire, exige de l'animal qui l'éprouve, soit l'emploi plus fréquent de telle de ses parties dont auparavant il faisait moins d'usage, ce qui la développe et l'agrandit considérablement, soit l'emploi de nouvelles parties que les besoins font naître insensiblement en lui par des efforts de son sentiment intérieur (1). »

On le voit, l'ensemble de la théorie est nettement finaliste (2). L'évolution se fait *à l'occasion* des facteurs externes dont les changements sont fortuits ; mais la *vraie cause* en doit être cherchée dans *des facteurs*

(1) *Philosophie zoologique*, ch. 7.

(2) On ajoute quelquefois que Lamarck était vitaliste. Cette affirmation nous paraît difficilement soutenable. Si Lamarck fut vitaliste, ce fut à la manière de Claude Bernard, plus tard, et de Reinke, de nos jours, qui ne sont pas sortis, en somme, de l'organicisme. Ils sont finalistes tous deux, comme Lamarck d'ailleurs ; mais ils admettent que l'ordre, qui est spécial aux êtres vivants, a sa raison adéquate dans l'*organisation*. Lamarck exclut un principe vital qui serait un *être particulier*. « La vie, dans les parties d'un corps qui la possède, est un ordre et un état de choses qui y permet les mouvements organiques et ces mouvements qui constituent la vie active, résultent d'une cause stimulante qui les excite. » (*Philosophie zoologique*, p. 395). Du moins, telle est la conclusion qui se dégage de l'étude des derniers ouvrages de Lamarck. Dans les *Recherches sur l'organisation des corps vivants*, on pourrait signaler des textes qui supposeraient une conception franchement vitaliste. Mais il semble que Lamarck se soit plus tard corrigé dans le sens de l'organicisme, ou de ce que Claude Bernard a appelé ensuite le *vitalisme physique*.

internes. Les modifications produites dans les organismes tendent toutes directement à une plus parfaite adaptation au milieu et cette adaptation active est sous la dépendance du *sentiment intérieur* qu'éprouve l'être vivant placé en face de besoins nouveaux.

Là est l'âme du lamarckisme et c'est mutiler ce système au point de le rendre méconnaissable, que de vouloir en éliminer les éléments finalistes. Les lamarckiens français l'ont essayé : leur entreprise était condamnée d'avance. Condamnée également toute tentative d'associer, en une synthèse éclectique, le lamarckisme et un système évolutionniste antifinaliste quelconque. Autant vaudrait chercher mettre d'accord deux contradictoires. Si l'on est antifinaliste, il faut se résigner à s'inscrire parmi les adversaires de Lamarck (1).

(1) M. Marcel Landrieu vient de nous donner dans son très beau livre : *Lamarck, le fondateur du transformisme, sa vie, son œuvre*, la première étude française soignée sur ce sujet. Malheureusement, sur quelques points d'importance, l'interprétation des textes nous semble être d'une subjectivité assez fortement tendancieuse.

Ainsi, M. Landrieu veut absolument que les expressions finalistes constamment employées par Lamarck soient de pures fautes de langage. M. Landrieu est lui-même antifinaliste convaincu : il ne peut pas se résigner à penser que Lamarck ait été réellement finaliste. Fort bien ! Mais pourquoi faire dire aux textes ce qu'ils ne disent nullement ? Il faut les violenter beaucoup pour faire de Lamarck un antifinaliste !

On sait de même que Lamarck admettait l'existence de Dieu, et, il s'en explique très nettement, de Dieu distinct de la nature, créateur de la nature. Pour M. Landrieu c'est là une concession « plutôt de forme que de fond » (p. 387). Mais pourquoi donc ?...

Lamarck termine sa philosophie zoologique par une déclaration fort nette dans laquelle il attribue à l'homme une origine autre qu'une origine animale : « Telles seraient les réflexions que l'on pourrait faire si l'homme, considéré ici comme la race prééminente en question, n'était distingué des animaux que par les caractères de son organisation et si son origine n'était pas différente de la leur. » M. Landrieu appelle cela « une précaution oratoire » (p. 363). Lamarck, dans le fond, aurait été intimement convaincu de la descendance animale de l'homme, mais, pour ne pas choquer ses contemporains, il aurait dissimulé son véritable sentiment. Ces suppositions, complètement gratuites, si l'on n'a pas pour les appuyer des textes probants, sont simplement injurieuses à la loyauté scientifique de Lamarck. On lira avec intérêt les pages courageuses de Jean Friedel sur *L'Idée de Dieu chez Lamarck* dans le numéro du 16 février 1909 de FOI ET VIE.

D'autre part, pour ne point caricaturer odieusement le finalisme lamarckien, il faut avoir soin de le présenter tel qu'il est.

Ainsi, l'on a bien des fois reproché à Lamarck de fonder toute sa théorie de l'évolution sur un pur non-sens, à savoir sur la possibilité pour un animal d'user d'un organe qu'il n'a pas encore.

Comment ferait le kanguroo, lui demande-t-on, pour *prendre l'habitude* de se tenir « comme debout » posé seulement sur ses pieds de derrière et sur sa queue et de ne se déplacer que par une suite de sauts, pour ne point gêner ses petits, s'il n'avait pas, déjà *auparavant*, des jambes de devant réduites, des jambes de derrière, au contraire, très fortes et une queue extrêmement développée ? Et, s'il a ses organes ainsi conformés, que vient faire la théorie des nouvelles habitudes ?

Pour raisonner ainsi, il faut avoir lu Lamarck bien superficiellement. Oublie-t-on l'*effort du sentiment intérieur* qui peut faire naître de nouvelles dispositions ou de nouvelles parties en rapport avec les besoins ?

Il y a toujours quelque légèreté à supposer qu'un grand esprit n'a pas même entrevu la difficulté la plus obvie à son système. Mais cette légèreté devient injustice, lorsqu'on omet de dire que l'auteur a parfaitement vu l'objection et qu'il y a répondu d'avance.

L'explication lamarckienne de l'adaptation est incomplète sans doute ; il est faux qu'elle tourne dans un cercle vicieux.

Ce qui reste assez obscur, c'est la pensée exacte de Lamarck touchant le « sentiment intérieur » et ici encore, il y aurait injustice à trop presser le sens matériel des mots. Souvent on fait dire à Lamarck quelque chose comme ceci : « L'animal, éprouvant un besoin nouveau, se rend compte que telle ou telle modification

spéciale dans ses organes lui serait bien utile. Sur ce, il fait effort pour se la procurer, et ainsi, par la seule force de ce désir intérieur, qui se procurera des pattes palmées, qui des griffes, qui des plumes (1). » Plaisanteries trop faciles, en vérité !

Mais que dirait-on, si, au sentiment intérieur dont parle Lamarck était substitué ce que les péripatéticiens et, après eux, les scolastiques, ont désigné du nom d'*appetitus naturalis*, dont la fonction propre serait de tendre spontanément et sans connaissance préalable, au bien de l'individu et de l'espèce ? Pourquoi ce principe d'action de qui relèvent les adaptations individuelles, si manifestes chez tout être vivant, ne pourrait-il pas avoir à sa charge ces autres adaptations qui permettent à une espèce de survivre, lorsque les conditions de milieu se modifient ?

Ainsi entendu, le lamarckisme n'est ridicule que pour ceux qui estiment toute explication finaliste de la vie antiscientifique et absurde, *à priori*.

Là est, de fait, le nœud de la question et nous arrivons tout droit à Darwin.

B) *La théorie antifinaliste de l'adaptation et les idées maîtresses du darwinisme*

L'originalité du système de Darwin se révèle dans la manière dont il explique l'adaptation des formes vivantes aux conditions de milieu. Un de ses plus irréductibles,

(1) On sait qu'une fraction importante des néo-lamarckistes contemporains, les partisans de la psychobiologie, tels que Pauly, Francé, Wagner, etc., entendent précisément ce sentiment intérieur, dont il est question chez Lamarck, au sens technique du mot. Pour eux, tout vivant (la plante, par conséquent, aussi bien que l'animal) est doué, par le seul fait qu'il est vivant, de facultés *psychiques* plus ou moins élevées. Sans cela, pensent-ils, le vivant serait incapable d'agir d'une manière téléologique. — On peut, heureusement, admettre les tendances finalistes dans le monde vivant, sans souscrire à ces nouvelles théories. Nous les retrouverons d'ailleurs plus loin, lorsqu'il sera question des adversaires actuels du darwinisme.

comme aussi de ses plus courtois adversaires, de Quatrefages, en a fait depuis longtemps la remarque.

Or, l'interprétation que Darwin propose est exactement le contrepied de celle qu'avait admise Lamarck.

L'être vivant, d'après ce dernier, se transforme *pour s'adapter* de manière à pouvoir survivre ; d'après Darwin, l'être vivant se trouve *fortuitement* adapté, parce qu'il a subi fortuitement une modification qui lui permettait de survivre.

Pour Lamarck, l'adaptation est active ; pour Darwin, elle est passive. Lamarck est finaliste ; Darwin, dans sa théorie de l'évolution du moins, est antifinaliste. Presque toutes les divergences des deux systèmes peuvent se ramener à cette simple opposition.

C'est aussi à son antifinalisme que le darwinisme a dû, comme nous le verrons, son prodigieux succès, d'une part, et, de l'autre, ses revers, peut-être sa ruine définitive.

Essayons d'abord de reconstituer dans leur suite logique les raisonnements de Darwin : il sera plus facile ensuite de mettre en pleine lumière, l'essence même de son système.

L'histoire de la pensée de Darwin est assez facile à faire maintenant. La publication des lettres et notices diverses due aux soins de Francis Darwin permet de clarifier les questions que les ouvrages publiés du vivant de l'auteur laissaient encore indécises (1). Outre cela, les travaux d'ensemble abondent qui développent la pensée du grand biologiste avec toute l'ampleur et la critique désirables.

(1) *The life and Letters of Charles Darwin*, including an Autobiographical Chapter. Edited by his son, Francis Darwin, 3 vol., London, 1887. — *Charles Darwin :* His life told in an Autobiographical Chapter, and in a selected series of his published letters. Edited by his son, Francis Darwin, London, 1902. — *More Letters of Charles Darwin*. A record of his work in a series of hitherto unpublished Letters. Edited by Francis Darwin and A. C. Seward, 2 vol., London, 1903.

Lorsqu'en 1831, Darwin achevait ses études univertaires, faites, comme on le sait, sans beaucoup de goût ni grand succès, il croyait fermement à la fixité des espèces animales et végétales. Une année auparavant, la doctrine linnéenne, défendue par Cuvier contre Geoffroy Saint-Hilaire, triomphait à l'Académie des Sciences de Paris. Il ne semble pas d'ailleurs que la lecture de la *Zoonomia* d'Érasme Darwin, faite vers l'âge de seize ans, ait fait grande impression sur Charles. Plus tard, il avouait en goûter assez médiocrement les théories évolutionnistes un peu arbitraires.

Ce fut l'expédition scientifique du *Beagle*, à laquelle Darwin fut attaché en qualité de naturaliste, qui décida de sa vocation ; elle aussi, qui lui fournit les premières occasions de se poser sérieusement, en face de la nature, le problème de l'origine des espèces (1).

Deux ordres de faits, ceux-là même qui fournissent encore aujourd'hui les meilleures preuves de l'évolution, frappèrent le jeune naturaliste.

Dans les grandes plaines de la Plata et de la Patagonie, il découvrit les restes fossiles de mammifères Edentés géants, tels que le *Dasypus gigas*, par exemple. Or, ces régions sont les seules au monde où persistent encore quelques assez rares espèces d'Édentés. Est-ce que ces animaux ne descendraient pas d'espèces aujourd'hui éteintes et que nous connaissons seulement par des ossements fossiles ?

D'autre part, à mesure que l'on allait du nord vers le sud, Darwin remarquait que les espèces animales, les espèces d'oiseaux notamment, particulièrement bien

(1) Darwin apprit seulement plus tard qu'il avait failli ne pas partir avec le *Beagle*. Le capitaine Fitzroy était physionomiste. Or, le nez de Darwin portait, paraît-il, les stigmates de la débilité de la volonté. Fitzroy se décida pourtant à accepter le jeune naturaliste. La suite donna tort à la physiognomonie.

connues de lui, cédaient progressivement la place à de nouvelles espèces légèrement différentes. Ces formes, reliées entre elles par tant d'intermédiaires, ne pourraient-elles pas avoir une même origine ? Cette interprétation, qui s'affermissait peu à peu dans l'esprit de Darwin, lui apparut comme la seule vraisemblable, lorsqu'en visitant les îles de l'archipel Galapagos, il put constater que chacune d'elles avait ses espèces propres, ses espèces « endémiques », comme nous disons aujourd'hui. Les différences n'étaient d'ailleurs pas si grandes qu'on ne pût regarder ces espèces voisines comme provenant toutes d'un même type originel, diversement différencié suivant les habitats.

A ce moment, Darwin tenait, on peut le dire, le fond même de la doctrine de l'évolution. Ce n'est pas un mince mérite de sa part, d'avoir seul dégagé d'observations relativement encore peu nombreuses, une conclusion d'une telle portée.

A l'automne de 1836, il rentrait en Angleterre. Sans tarder, il se mettait au travail pour préparer la publication de son journal de voyage.

Celui-ci ne parut que trois ans plus tard, en 1839. Écrit sobrement, scientifiquement, sans prétention, cet ouvrage porte bien déjà la marque de Darwin. Une multitude de faits de détail y sont exactement consignés et fidèlement décrits. Sans que l'auteur semble prendre beaucoup de peine pour les disposer en preuves de thèse, ces mille riens s'alignent d'eux-mêmes, s'ordonnent et finalement produisent un effet d'ensemble qui ne manque ni d'harmonie, ni de grandeur.

A cette époque, Darwin avait d'ailleurs entrevu déjà non seulement la vérité du fait de l'évolution, mais une explication de cette évolution.

Le premier trait de lumière dans ce sens avait jailli d'une lecture faite par hasard, en 1838.

Ayant ouvert, un jour, pour se distraire, l'*Essay on the Principles of Population* de Malthus, il fut frappé par la loi fondamentale, qui est à la base du système de cet auteur.

On sait en quoi consiste cette loi : Malthus, partant du fait que l'accroissement de la population humaine est strictement limité par l'accroissement des moyens de subsistance, remarque que ces derniers augmentent suivant les termes d'une progression arithmétique, tandis que la population tend à s'accroître suivant les termes d'une progression géométrique. D'où, fatalement, au bout de peu de générations, rupture de l'équilibre : il y a plus de bouches à nourrir que de vivres disponibles. Pour que l'équilibre se rétablisse, il est nécessaire, ou bien qu'on élimine, de temps en temps, un grand nombre d'individus, ou bien qu'on réduise le nombre des naissances (1).

Appliquant ce que Malthus disait de la seule espèce humaine à tout l'ensemble du monde vivant, Darwin eut comme une soudaine révélation : il entrevit, dans la gigantesque lutte pour la vie, poursuivie, à tout instant, sur la surface du globe, l'explication de l'évolution. Il crut du moins, de bonne foi, tenir la clef de l'énigme.

Parmi l'innombrable multitude des êtres vivants, soit végétaux, soit animaux, qui, à chaque moment de la durée, reçoivent la vie et pullulent avec une si étonnante exubérance, combien peu subsistent !... Combien meurent presque dès leur naissance ! Combien succombent avant d'avoir pu se reproduire ! Or, quelles sont, se demande Darwin, les victimes de la continuelle hécatombe ? Les individus les plus faibles sans doute ; ceux qui, moins favorisés, sont moins bien armés pour

(1) Les principes de Malthus qui visent exclusivement la limitation des mariages légitimes n'ont aucun rapport nécessaire — est-il besoin de le faire remarquer ? — avec la doctrine du néo-malthusianisme.

se faire leur place au soleil et pour la défendre. Au contraire, ceux-là seuls survivent, ceux-là seuls ont des chances de se perpétuer qui, mieux armés ou plus heureux, peuvent plus facilement évincer leurs rivaux. Il se fait donc naturellement, dans cette concurrence vitale, un choix, une *sélection*.

C'est, en germe, toute la théorie de Darwin.

Pour exprimer cette idée maîtresse du système, nous ne pouvons, d'ailleurs, mieux faire que de reproduire les termes mêmes dans lesquels, vingt ans plus tard, elle fut résumée par son auteur :

« Si, dans le cours longtemps continué des âges et sous des conditions de vie variables, les êtres vivants varient, si peu que ce soit, dans les diverses parties de leur organisation, et je pense qu'on ne saurait le contester ; si, d'autre part, il résulte de la haute progression géométrique, en raison de laquelle toute espèce tend à se multiplier, que tout individu, à certain âge, en certaines saisons ou en certaines années, doit soutenir une lutte ardente pour ses moyens d'existence, ce qui n'est pas moins évident ; considérant, enfin, qu'une diversité infinie dans la structure, la constitution et les habitudes des êtres organisés leur est avantageuse dans leurs conditions de vie, il serait extraordinaire qu'aucune variation ne se produisît jamais à leur propre avantage, de la même manière que se produisent les variations utiles à l'homme. Mais si des variations utiles aux êtres vivants eux-mêmes se produisent parfois, assurément les individus chez lesquels elles se manifestent, ont les plus grandes chances d'être épargnés dans la guerre qui résulte de la concurrence vitale ; et, en vertu du puissant principe d'hérédité, il y aura chez eux une tendance prononcée à léguer ces mêmes caractères accidentels à leur postérité. Cette loi de conservation ou de survivance du plus apte, je l'ai nommée *sélection naturelle*... Parmi

un grand nombre d'animaux, la *sélection sexuelle* vient en aide à la sélection spécifique, en assurant aux mâles les plus vigoureux et les mieux adaptés une postérité plus nombreuse. La sélection sexuelle agit surtout pour donner aux mâles seuls les caractères particuliers qui leur sont utiles dans leurs luttes contre d'autres mâles; et ces caractères sont transmis à l'un des deux sexes ou à tous les deux, selon la résultante des hérédités(1). »

Voilà bien, en effet, en quelques mots, toute la théorie darwinienne :

De petites variations fortuites, déterminées le plus souvent par des changements dans le milieu, se produisent dans certains individus.

Ces variations, si elles sont nuisibles, sont éliminées, dans la lutte pour la vie ; si elles sont utiles, au contraire, elles sont favorisées et transmises héréditairement à d'autres individus.

Les êtres vivants *ont l'air de s'adapter eux-mêmes* avec une finalité merveilleuse à de nouvelles conditions d'existence : en réalité, ce sont ces conditions extérieures qui, fatalement, aveuglément, opèrent une sélection.

L'adaptation se fait donc, pour ainsi dire, toute seule, sans direction d'aucune sorte vers une finalité quelconque. Elle n'est pas active, elle est purement passive.

On peut s'étonner que cette théorie, estimée de très bonne foi par Darwin comme la clef de l'évolutionnisme, soit restée pendant de si longues années le secret de son auteur. Darwin donna en cela un grand et bel exemple de maîtrise de soi. Quelle tentation pour le jeune biologiste de souffler aux savants de son temps

(1) *Origine des espèces*, trad. Cl. Royer, ch. 4.

sa lumineuse solution d'un problème d'importance capitale !

Darwin, s'il eut cette tentation, y résista parfaitement. Il exigea d'abord de lui un travail immense pour confronter sa théorie avec les faits. Retiré sur sa terre de Down, il commença alors cette vie de laborieuse solitude qu'il a menée jusqu'à ses dernières années.

Accumulant observation sur observation, en rapport avec une foule d'hommes de science qu'il questionne sur le résultat de leurs recherches, profitant des ressources incomparables du British Museum, patiemment il poursuit son enquête. Ne pouvant pas surprendre sur le fait la production d'une espèce nouvelle dans la nature, il s'attache avec une incroyable ténacité à l'étude des variations que l'homme peut observer et même déterminer jusqu'à un certain point, par la sélection artificielle. Il envoie des questionnaires détaillés à tous les grands éleveurs du monde entier, pour avoir, sur la création des races domestiques, tous les renseignements possibles. Lui-même dans ce but se fait éleveur. Il prouve que les cent cinquante races de pigeons qu'il connaissait, descendaient toutes d'une seule espèce sauvage, le bizet ou *Columbia livia*. Quelques-unes de ces races sont d'ailleurs si nettement tranchées qu'un ornithologiste en ferait sûrement des espèces différentes, s'il croyait avoir affaire à des animaux vivant en liberté. Darwin en arrive à cette conclusion : toutes les variétés bien tranchées que nous rencontrons dans la nature ne sont pas autre chose que des espèces *en voie de se former ;* l'élimination de certaines formes et le choix électif des autres, étant abandonnés au jeu de la sélection naturelle.

Ce fut en 1858 seulement, que Darwin se décida à révéler au grand public sa découverte. Il eût même attendu plus longtemps si Alfred Wallace, qui venait

de trouver de son côté le principe de la sélection naturelle, ne l'avait pas amené à parler.

Dans une séance mémorable de la Société linnéenne de Londres, les deux émules firent présenter en même temps, donnant par là tous deux un bel exemple de désintéressement scientifique et d'amicale entente, la doctrine qui allait révolutionner le monde savant.

II. — LES SUCCÈS DU DARWINISME

Si, au moment de leur apparition, les idées de Lamarck passèrent presqu'inaperçues, les théories de Darwin eurent un sort tout différent.

Bien avant 1859, on attendait avec impatience, dans les milieux scientifiques, l'ouvrage que Darwin avait sur le métier déjà depuis longtemps. Lorsque, vers la fin de cette année, *The Origin of Species* parut, les 1250 exemplaires de la première édition furent enlevés en un mois. Une seconde édition suivit au début de 1860 ; la même année paraissait une traduction allemande. Éditions du texte original et versions en diverses langues se succèdent dès lors sans interruption (1).

Au bout de très peu de temps, tout le monde dans le public scientifique fut pour ou contre Darwin : personne ne pouvait rester indifférent à l'endroit de la nouvelle doctrine.

Les polémiques s'élevèrent tout de suite en Angleterre ; mais la tempête ne fit que répandre la graine darwinienne. Contre Darwin se déclaraient des hommes

(1) Pour plus de détails sur cette période du développement du darwinisme, on peut voir, entre autres ouvrages, l'excellent livre de E. Radl : *Geschichte der biologischen Theorien*, II. Teil. *Geschichte des Entwicklungstheorien in der Biologie des XIX Jahrhunderts*, Leipzig, Engelmann, 1909.

de science de grande autorité alors ; Owen, le Duc d'Argyll, Mivart furent parmi les plus ardents. Darwin trouva dans Huxley un défenseur aussi habile que passionné.

En France, le premier accueil fut plutôt hostile. Claude Bernard et Pasteur donnaient le ton : tous deux furent contre Darwin. Avec eux, des hommes de grande valeur, tels que de Quatrefages, Milne-Edwards, J. Barrande, s'opposèrent aussi, par la parole et par la plume, aux théories darwiniennes. Ce n'est que plus tard, grâce aux luttes soutenues par des savants comme Paul Bert, Alfred Giard, Edmond Perrier, que le darwinisme envahit les milieux scientifiques français.

En Allemagne aussi, la lutte fut vive, mais c'est là que la théorie devait arriver aux plus éclatants triomphes. On a dit que le darwinisme était né en Angleterre, mais que c'est en Allemagne qu'il avait trouvé une patrie : ce n'est pas exagéré.

La première publication un peu importante en sa faveur dans le monde scientifique allemand, fut le livre de Fritz Müller : *Für Darwin*, en 1864. En 1866, E. Haeckel publiait sa *Generelle Morphologie*, dans laquelle il organisait, pour ainsi dire, le darwinisme en système et le poussait à des conclusions que son auteur lui-même n'avait pas encore atteintes. Haeckel proclamait notamment la descendance animale de l'homme sur laquelle Darwin se prononcera seulement en 1871. Weismann se glorifie d'avoir été le troisième à prendre ouvertement parti pour Darwin dans son discours académique de 1867 : *Ueber die Berechtigung der Darwinschen Theorie*.

Une opposition très forte empêcha bien la pénétration des idées darwiniennes dans plusieurs Universités. Wigand publia une réfutation de la théorie de la sélection qui n'a presque rien perdu aujourd'hui de sa valeur. Virchow, on le sait, traita durement Haeckel

et son école. Mais malgré ces protestations, faites au nom même de la science pure, la nouvelle doctrine s'étendait chaque jour davantage.

On peut dire qu'entre 1870 et 1880 tout spécialement, ceux qui alors étaient « les jeunes » dans les laboratoires ne dissimulaient plus leurs sympathies pour Darwin. Souvent même ils témoignaient bruyamment en sa faveur. Bientôt une mentalité darwinienne prévalut presque partout à tel point qu'il suffisait de montrer quelque estime pour des hommes comme de Quatrefages ou Wigand, pour être classé parmi les retardataires et les non-valeurs.

Lorsque de loin on réfléchit sur cet état de choses, on est d'autant plus frappé de cette vogue incroyable du darwinisme que les objections, dont la puissance pousse aujourd'hui la majorité des biologistes à abandonner la théorie de la sélection, furent dès la première heure présentées dans toute leur force. Comment n'ont-elles pas réussi plus tôt à entamer le système qu'elles devaient démolir plus tard ?

Il semble vraiment que l'on eut, vers 1870, comme un bandeau devant les yeux. On ne voulait plus entendre ceux qui se permettaient de parler contre Darwin. Les philosophes, s'ils l'osaient, étaient traités d'incompétents ; les biologistes de la vieille école qui refusaient de se rendre étaient honnis et traités comme quantités négligeables (1).

(1) Ad. Wagner raconte, à ce propos, dans sa très intéressante *Geschichte des Lamarckismus* (1909, p. 64), un petit trait qui en dit long sur l'objectivité de certains hommes de science. Ed. von Hartmann fut un des premiers à critiquer le darwinisme. Il le fit, dès 1868, dans la première édition de sa *Philosophie des Unbewussten* (B. I, pp. 482-504). Les savants firent peu de cas de ses observations et lui reprochèrent d'être incompétent. En 1872, parut une brochure anonyme contre Hartmann ; elle avait pour titre : *Das Unbewusste vom Standpunkte der Physiologie und Deszendenztheorie.* L'auteur fut félicité de sa compétence et on opposait ses arguments à ceux de Hartmann. Ce dernier fit savoir, en 1877, qu'il était lui-même l'auteur de la brochure anonyme. Il avait été jugé successivement incompétent, puis compétent, suivant qu'il s'était montré hostile ou favorable au darwinisme !

Pourquoi cela ? Il est intéressant après coup de se le demander. Assigner toutes les causes qui ont contribué au succès du darwinisme serait malaisé : il semble du moins qu'on puisse ramener les principales à trois catégories. Elles sont d'ordre scientifique, d'ordre philosophique et, il faut l'ajouter, d'ordre antireligieux.

A) *Facteurs d'ordre scientifique*

On a reproché durement à Darwin de n'avoir été qu'un « dilettante ». Le mot est trop sévère. Il est vrai qu'en écrivant sur une multitude de matières hétérogènes, telles que la géologie, la paléontologie, la zoologie systématique, l'éthologie, la psychologie même, Darwin n'a été spécialiste dans aucune de ces branches d'une manière bien tranchée (1). Mais on aurait peut-être tort de lui faire un reproche de cette universalité. N'avait-il pas un peu besoin, pour parfaire l'entreprise projetée, d'être à un haut degré polymathe ?

Ce qui est incontestable, c'est que son œuvre porte supérieurement le cachet scientifique, et c'est à cela qu'elle a dû d'abord la très grande influence dont nous avons parlé.

Rien n'est scientifique, en effet, comme le goût du fait : Darwin, on peut le dire, en a eu la religion. Chez lui, pas ou peu de théorie, mais des détails concrets, en masse. Tout dans sa documentation n'est pas de valeur égale : lorsque, par exemple, il cite Brehm comme une autorité, on pourrait demander plus de critique ; mais, dans l'ensemble, son information est remarquablement étendue et précise.

Également remarquable chez Darwin cette autre

(1) Pourtant quelques-unes de ses monographies, celle notamment qu'il consacra en 1851 à l'étude des Cirripèdes, sont justement célèbres.

qualité scientifique qui est le souci scrupuleux de la loyauté. Jamais il n'esquive consciemment une difficulté qui vient à l'encontre de sa thèse. Il peut être moins heureux dans les solutions qu'il propose, il n'escamote pas l'objection. De cela, tous les hommes de science lui doivent savoir gré, comme aussi de la franchise avec laquelle il se corrige lui-même, et remplace des affirmations trop catégoriques par des points d'interrogation, des condamnations trop sommaires par de courageuses réhabilitations.

Ces qualités sont faites pour plaire à toute époque et l'on comprend de Quatrefages écrivant qu'à la première lecture de Darwin, il avait dû se défendre contre la séduction exercée sur lui par ce charmeur.

Pour mieux comprendre la faveur qui accueillit l'œuvre de Darwin, il faut se rappeler que pendant les vingt années qui avaient précédé, de 1840 à 1860, on avait fait d'importantes découvertes dans presque toutes les branches des sciences biologiques, et pourtant, avec ces abondants matériaux, on n'avait pas encore construit un édifice durable. Les vues d'ensemble manquaient. On sentait le besoin d'une théorie générale, qui permît d'agencer suivant un plan logique, les récentes acquisitions de la science et de prévoir dans quelles directions s'élèveraient les constructions de l'avenir.

Darwin eut la bonne fortune de présenter à ce moment-là sa doctrine de la sélection naturelle. Celle-ci avait le mérite incontestable de la simplicité et de l'universalité. Réduire presque tous les problèmes à un seul, tel était le résultat le plus net de la théorie darwinienne : elle avait de quoi séduire des esprits avides d'explications unificatrices.

Inutile d'ailleurs d'insister davantage sur le caractère scientifique propre de l'œuvre de Darwin : c'est un lieu commun. Ce qu'on remarque moins quand il

s'agit d'expliquer son influence, c'est l'action des causes d'ordre philosophique.

B) *Facteurs d'ordre philosophique*

On s'étonnera peut-être d'entendre parler de philosophie à propos de Darwin. N'a-t-il pas suffisamment marqué dans la pratique le mépris qu'il avait pour tout genre de spéculation ? N'était-il pas, dans une large mesure, agnostique comme son ami Huxley ? Sans doute. Tout ce qui ressemblait à une abstraction, à une déduction de concept, à une métaphysique quelconque n'était pas dans les goûts de l'illustre biologiste.

Mais c'est encore avoir toute une métaphysique, comme on l'a dit souvent, que de prétendre se passer de toute philosophie : or, à l'époque où parut Darwin, on en était précisément, dans le monde scientifique, à cette attitude toute négative à l'endroit de la philosophie.

Les savants d'alors, en très grand nombre du moins, auraient volontiers soutenu avec Claude Bernard et Renan que la philosophie est la « science de l'inconnu » ; ce qui est une manière à peine polie de dire aux philosophes qu'ils prétendent savoir quelque chose dans un domaine où nul humain ne sait trop ce qu'il dit. On connaît le mot de Paul Bert : « La métaphysique est un genre de poésie sévère mais ennuyeuse », et Giard d'ajouter : « En France, on tolère tous les genres de littérature, sauf le genre ennuyeux » (1).

La pauvreté philosophique de la théorie de Darwin nous afflige aujourd'hui : il y a vingt ou trente ans, elle était presque une garantie de succès.

Il y a plus, ces savants positivistes ou agnostiques

(1) Congrès international de Philosophie, 1904 ; rapports et comptes rendus, p. 168.

étaient encore presque tous antifinalistes. Le darwinisme prétendait expliquer l'évolution sans l'intervention des causes finales ; il n'en fallait pas tant pour lui conquérir toutes les faveurs.

Aux yeux des plus perspicaces, là était précisément le grand mérite de Darwin ; le point sur lequel la science avait fait, grâce à lui, un pas décisif. Avant Darwin, on se préoccupait dans l'explication des phénomènes biologiques de leurs causes finales ; depuis Darwin, une seule chose intéresse : le déterminisme efficient qui enchaîne tous ces phénomènes.

Avec un rare bonheur d'expression, suivant sa coutume, M. Giard exprimait parfaitement, au Congrès international de Philosophie de Genève, ce caractère distinctif de la théorie darwinienne :

« L'idée de la sélection naturelle et celle d'adaptation qui en est le corollaire immédiat enlèvent tout intérêt à des questions telles que celles-ci : à quoi sert l'œil, l'oreille, l'estomac, le poumon, etc. ? Depuis que le changement de fonction s'est introduit dans la biologie, il est devenu antiscientifique de définir un organe par sa fonction et nous n'avons plus le droit d'admirer l'ordonnance et l'harmonie merveilleuses du corps d'un animal en l'isolant des conditions physicochimiques dont il est la résultante.

» Dire qu'un être vivant est à lui-même sa fin, c'est avancer une pure tautologie, et si l'on prétend que cet être forme avec l'ensemble des autres êtres un complexe harmonieux, on ne fait encore qu'exprimer une proposition évidente et dépourvue de toute valeur heuristique, puisque les êtres vivants sont ce que les ont faits les adaptations réciproques avec les autres créatures et les contacts avec le milieu cosmique ambiant.

» Quand un biologiste affirme que la finalité des êtres vivants éclate surtout dans l'ordonnance et l'harmonie merveilleuses de leur corps et dans son adapta-

tion au monde extérieur, il parle donc absolument comme un sculpteur qui s'étonnerait de voir la statue qu'il a coulée en bronze épouser exactement les formes du moule où elle a été coulée (1). »

Nous avons cité longuement, parce que le passage nous semble caractéristique de l'union intime qui rapproche darwinistes et antifinalistes.

La téléophobie étant un mal qui sévissait il y a vingt ans quasi universellement dans les milieux biologiques, nous saisissons là, à n'en pas douter, une des raisons les plus profondes de la faveur dont a joui le système de Darwin.

C) *Facteurs d'ordre antireligieux*

On aimerait, quand on recherche les causes du succès d'une doctrine scientifique, ne rencontrer aucune cause d'ordre extra-scientifique. Mais on ne peut pas, à son gré, changer l'histoire. Or, il est historiquement certain que des motifs d'ordre purement antireligieux ont joué un rôle énorme dans la faveur dont a bénéficié pendant longtemps le darwinisme.

C'est une triste page de son histoire, mais la justice exige qu'on ne la passe point. Voici comment le darwinisme s'est trouvé amené à contracter alliance avec le « parti » anticlérical.

Dans les débuts, il ne manifesta, tel du moins qu'il

(1) *Loc. cit.*, p. 170. On ne se propose point ici de réfuter l'évolutionnisme antitéléologique ; mais on voudrait au moins signaler une difficulté qui aurait dû empêcher le si perspicace M. Giard de développer le joli exemple de la statue. Le moule dans lequel cette dernière est coulée n'est pas quelconque : les parties en sont disposées dans un certain ordre et c'est pour cela que la statue a telle forme plutôt que telle autre. Au contraire, les conditions cosmiques sont quelconques, elles ne sont pas enchaînées d'après un plan préconçu. Comment se fait-il que le vivant qu'elles façonnent ne soit pas, lui, quelconque, mais *ordonné en lui-même*. Il est étonnant que l'on n'ait point compris cela.

était présenté par son auteur, aucune tendance antireligieuse.

Aussi, dans un bulletin scientifique des ÉTUDES RELIGIEUSES, le Père Carbonnelle pouvait écrire en 1869 : « Quiconque l'étudiera en elle-même (il s'agissait de la théorie de Darwin) se convaincra qu'elle n'a, jusqu'à présent, aucune direction antireligieuse, et que probablement elle n'aura jamais rien à démêler avec le dogme. Pour être convaincu du contraire, il faut, ou s'en faire une idée très fausse, ou, ce qui est mille fois pis, ne pas bien savoir son catéchisme (1). » Le P. Carbonnelle estimait donc, avec raison, que la théorie de l'évolution, comme telle, ne se heurte point au dogme et en cela il était assurément mieux inspiré que les apologistes catholiques qui se sont efforcés de prouver par des textes de l'Écriture Sainte la fixité des espèces (2).

Deux ans plus tard, le Père Carbonnelle, malgré toute sa largeur d'esprit, n'aurait pas pu écrire ce qu'il signait en 1869. Darwin, en 1871, avait publié *The descent of Man*.

Dans ce nouvel ouvrage, il étendait à l'homme ce que dans ses précédents écrits il appliquait seulement aux plantes et aux animaux.

Dès lors, il fallait bien choisir entre le catéchisme et Darwin. Le catéchisme enseigne que l'homme a été

(1) ÉTUDES, 1869, p. 473.

(2) Comme type de cette fâcheuse méthode apologétique, on peut, entre beaucoup d'autres, citer les raisonnements par lesquels M. Lavaud de Lestrade, dans son livre *Transformisme et darwinisme* s'efforce de prouver que Moïse enseigne explicitement la fixité des espèces animales et végétales (pp. 275-300). Son exégèse est faible. « Remarquons, dit-il, l'insistance avec laquelle Moïse nous montre Dieu, créant les êtres vivants *chacun selon son espèce*. Cette expression revient jusqu'à neuf fois dans les six versets où il raconte leur création. Évidemment cette insistance nous montre qu'il ne s'agit pas ici d'une chose insignifiante, mais d'une circonstance importante de la création, sur laquelle l'écrivain sacré voulait appeler l'attention de ses lecteurs. Cette expression ne doit donc pas avoir un sens vague et indécis ; elle ne doit pas non plus avoir un sens détourné, mais elle doit être entendue dans le sens communément reçu... » Le reste ne vaut pas mieux.

créé immédiatement par Dieu (1). Pour Darwin, l'homme tout entier, corps et âme, est le produit de l'évolution.

Il ne faut pas chercher à mettre d'accord ces deux doctrines : elles sont contradictoires.

En affirmant démontrée au nom de la science la descendance animale de l'homme, Darwin mettait en opposition la science et la religion révélée. Il ne l'ignorait pas. Très consciemment, à regret ou non, cela importe assez peu, il mit entre les mains du parti antichrétien et antireligieux cette arme redoutable. On comprendra que des croyants ne lui en aient aucune reconnaissance. Ils peuvent et ils doivent le considérer comme un des hommes qui ont le plus efficacement contribué à éteindre la foi dans un nombre incalculable d'intelligences, de tous les niveaux de culture.

On dit quelquefois que Darwin lui-même avait la foi. C'est faux. Il l'avait perdue d'assez bonne heure. A bord du *Beagle*, il était encore un parfait orthodoxe, comme il convenait à quelqu'un qui avait commencé des études ecclésiastiques (2). Mais, en 1839 déjà, Darwin en était venu à penser que les livres de l'Ancien Testament ont juste autant de vérité que les livres sacrés des Hindous.

Darwin, ajoute-t-on, croyait du moins en Dieu ! C'est vrai. Et donc sur ce point il n'allait pas aussi loin que ses disciples qui se sont empressés d'unir l'athéisme à

(1) Pour ne point entrer ici dans des questions controversées au sujet de l'orthodoxie de certaines doctrines relatives à l'origine du corps humain, nous nous contentons de rappeler un point de la doctrine catholique sur lequel il n'y a pas, entre croyants, de contestation possible : on ne peut pas, sans errer dans la foi, soutenir que l'homme tout entier est le produit de l'évolution.

(2) Darwin avait entrepris à Cambridge les études cléricales après ses études scientifiques ; mais il n'alla pas dans cette voie au delà des examens du B. A.

l'évolutionnisme. Darwin, comme il nous le dit dans une de ses lettres, était surtout frappé de l'argument qui prouve l'existence de Dieu par l'ordre du monde : il lui semblait impossible que cet ensemble grandiose et merveilleusement ordonné fût l'œuvre du hasard. Mais quelle idée Darwin se faisait-il de Dieu ? Voilà une question qu'il serait difficile de résoudre. Aurait-il repoussé bien clairement l'idée d'une intelligence suprême immanente à l'univers, d'un dieu-nature, impersonnel ? C'est au moins douteux, car il était assez fortement imbu des préjugés agnostiques et avait une médiocre confiance dans les raisonnements métaphysiques. C'est lui-même qui se demande quelque part ce que peut bien valoir sur ces grandes questions une logique qui nous vient des singes. Quoi qu'il en soit, il paraît difficile d'insister sur les heureux effets que peut avoir eus l'œuvre de Darwin au point de vue religieux (1).

Quant à cette affirmation parfois émise qu'il a fallu toutes les instances de ses amis, de Huxley entre autres, pour le décider à publier la descendance de l'homme, Darwin nous renseigne lui-même suffisamment sur la cause principale de ses hésitations : il prévoyait que la théorie de la descendance appliquée à l'homme lui susciterait de grandes difficultés et il craignait, s'il avait plus tôt donné toute sa pensée, que

(1) Dans l'adresse qu'il a lue à Cambridge, M. le Chanoine de Dorlodot s'exprime ainsi : « Il ne paraît pas exagéré de dire qu'en nous montrant la création plus grandiose encore qu'on ne l'avait soupçonné, Charles Darwin a complété l'œuvre d'Isaac Newton ; car pour tous ceux qui n'ont point des oreilles pour ne point entendre, Darwin fut l'interprète du monde organique, comme Newton fut la voix des cieux, pour raconter la gloire du Créateur et pour proclamer que l'univers est une œuvre vraiment digne de ses mains. »

Par ces généreuses paroles le distingué professeur voulait dire évidemment que la théorie de l'évolution qui doit tant à Darwin, nous montre en fait le monde plus beau et par conséquent plus digne de son Créateur. Par courtoisie, M. de Dorlodot s'est abstenu de dire que l'évolution, entendue comme l'entend Darwin, étendue à l'homme, est une hérésie. On le sait assez.

son système eût plus de peine à se faire accepter. Il ne semble pas avoir eu d'autres scrupules.

Dès l'apparition de l'*Origine des espèces*, des polémiques s'étaient engagées en Angleterre entre darwinistes et antidarwinistes sur le terrain religieux. La lutte fut beaucoup plus vive lorsqu'il fut avéré que Darwin n'exceptait pas l'homme et qu'il se mettait, sur ce point, en opposition formelle avec l'orthodoxie. Huxley, le bouledogue de Darwin, comme il se nomme lui-même, profita de l'occasion pour attaquer vivement les croyances chrétiennes.

Ce fut en Allemagne surtout que le parti antireligieux saisit avec empressement cette nouvelle occasion de pousser avec plus de vigueur la lutte contre l'Église. Haeckel se signala dans cette campagne par une violence et une grossièreté qui seront difficilement surpassées.

On retrouve son nom sur la liste des collaborateurs à *Darwin and modern Science*. Le grand homme aurait-il été bien aise d'être loué par quelqu'un qui s'est permis de recourir, en matière de polémique, aux procédés les moins avouables ?

Déconsidéré dans beaucoup de milieux scientifiques, Haeckel n'en reste pas moins pour le peuple le savant qui a libéré les masses des vieilles croyances. Les ouvrages du prophète d'Iéna se tirent à des milliers d'exemplaires. Les *Welträtsel*, qui renferment tant d'énormités en tous genres, n'ont pas été répandus à moins de 80 000 exemplaires dans la seule année 1908. Si, après cela, on ose nier les relations étroites qui unissent le darwinisme et le parti anticlérical, il faut renoncer à faire une démonstration quelconque.

Ce n'est pas à dire que seuls les darwinistes parmi les tenants de l'évolution soient en même temps ardents ennemis des dogmes chrétiens : tous les monistes en sont là et la jeune fraction néo-lamarckiste, qui cherche

en Allemagne à recueillir l'héritage du mécanicisme en faillite, se distingue déjà par ses tendances agressives à l'endroit de l'Église. Il reste vrai que, pendant la période de ses plus brillants triomphes, le darwinisme a bénéficié dans une large mesure de l'appui de tous les contingents anticléricaux et antireligieux de l'autre côté du Rhin.

En France, on en était à peu près au même point qu'en Allemagne. Le haut enseignement des Facultés des Sciences, à Paris et en province, des Facultés de médecine et des grandes écoles, ne dédaignait pas, lorsqu'il était hostile à l'Église — et cela arrivait plus souvent que le contraire — d'user contre elle de cet inusable argument : « l'Église est l'ennemie du progrès intellectuel, puisqu'elle récuse une doctrine scientifiquement démontrée vraie ».

Voici, par exemple, avec quelle méchante ironie s'exprimait dans sa leçon d'ouverture du cours d'évolution des êtres organisés, en 1888, M. le Professeur Alfred Giard, qui a été, on le sait, un des plus ardents promoteurs du transformisme en France (1). Il venait de parler de la manière dont M. Albert Gaudry entendait l'évolution : « C'est évidemment, disait-il, celle qui sera adoptée prochainement par les esprits orthodoxes, quand l'Église entrera dans la seconde phase de ce nouveau conflit avec la science. Dans la première phase de chacun de ses conflits, l'Église, on le sait, a combattu par la parole et quelquefois par le feu, le nouveau progrès scientifique. Dans la seconde phase, elle s'est efforcée de démontrer que le progrès en question n'en était pas un, et que les Écritures avaient depuis longtemps affirmé la prétendue nouveauté (2). »

(1) *Histoire du transformisme*, dans *Controverses transformistes*, 1904, p. 7.

(2) Qu'aurait dit M. Giard, si, assistant au Congrès de Cambridge, il y avait

Voilà une diatribe qui manque franchement de sérénité et que l'on a de la peine à accorder avec les déclarations pacifiques faites par M. Giard à la fin de cette même conférence : « Si, dans le cours de ces leçons, disait-il, il m'arrivait d'énoncer quelque proposition, de formuler quelque critique de nature à froisser des idées auxquelles vous êtes habitués, à ébranler des convictions qui vous sont chères, n'y voyez de ma part aucune tendance agressive, aucun désir de prosélytisme extra-scientifique (1). »

Si, dans les chaires de l'enseignement supérieur et dans les ouvrages scientifiques, on entendait ainsi l'impartialité, on devine à quel niveau devait tomber la polémique dans les écrits de vulgarisation et dans les conférences populaires sur le transformisme.

Dans la même leçon que nous citions plus haut, M. Giard faisait un aveu qui renferme une trop grande part de vérité pour ne pas trouver en entier sa place ici.

« C'est là le désavantage des sciences concrètes et

entendu M. le Chanoine de Dorlodot prononcer les paroles suivantes : « Darwin était digne sous tous rapports d'être choisi pour établir cette vérité, prévue déjà par Augustin, que Dieu, en faisant le monde, a mis en lui toutes les forces nécessaires à son épanouissement » ? — Ne l'avais-je pas prédit, aurait-il pensé, nous sommes à la seconde phase ! — Fort bien. Mais quel mérite y a-t-il à faire des prophéties *après coup* ? Bien avant 1888, époque à laquelle M. Giard faisait sa prédiction, le fait était réalisé. Depuis longtemps déjà, il y avait des évolutionnistes chrétiens qui admettaient — bien à tort, c'est vrai, mais très sincèrement — que la Bible pouvait fournir un appui au transformisme. Quant à l'évolutionnisme de S. Augustin, il n'avait pas besoin d'être découvert. Ce qui ne veut pas dire — est-il besoin de le faire remarquer ? — que le système des *rationes seminales* ait beaucoup de points communs avec le système de Darwin !

(1) *Op. cit.*, p. 25. Il est fâcheux pour la gloire de l'illustre Maître, qu'il ait encouragé, dans son entourage le plus immédiat, l'éclosion de plusieurs de ces ouvrages de vulgarisation qui, s'ils ont cherché à faire beaucoup de tort à la religion, n'ont assurément fait aucun honneur à la science.

Il n'est que juste, d'ailleurs, de reconnaître que, par suite d'une heureuse inconséquence, quand M. Giard rencontrait chez un collègue ou un élève — ceux-ci fussent-ils des ecclésiastiques — de la valeur scientifique ou simplement le désir d'apprendre, il oubliait ses idées antireligieuses et savait se montrer le plus sympathique des amis et le plus encourageant des maîtres. Ceux qui l'ont connu de près ne peuvent pas l'oublier.

touchant à des objets connus de tous, que chacun se croit à même d'en parler et en parle à tort et à travers. Aussi je vous supplie de ne jamais ouvrir un de ces prétendus livres de vulgarisation si nombreux aujourd'hui, qu'il soit écrit pour ou contre le transformisme. Car le malheur est que le plus souvent, les arguments fournis en faveur de l'évolution sont d'une plus irritante nullité que les critiques des incompétents (1). »

Ce sont pourtant ces livres, qui contiennent en faveur de l'évolution des arguments « d'une irritante nullité » qui se vendent. On les achète beaucoup plus que les ouvrages scientifiques. Partout où ils pénètrent, ils popularisent le transformisme et du même coup sèment l'irréligion et, ajoutons-le tout de suite, l'immoralité.

Cela, il ne faut pas essayer de le contester : les faits sont patents. Ce sont, en effet, des distinctions par trop subtiles pour le bon sens populaire que celles de certains évolutionnistes athées, qui se prétendent encore religieux.

On a détruit, prétend-on, la vieille religion fondée sur des dogmes révélés ; mais on lui a substitué la religion de l'humanité ! Phrases creuses ! Le peuple ne voit dans tout cela qu'une chose : ce qu'enseigne l'Église est faux ; il n'y a donc pas plus à se préoccuper de sa morale que de son dogme. Les conséquences que la logique populaire tire de ce double affranchissement sont faciles à prévoir.

La morale darwiniste est extrêmement accommodante ! Car, en fin de compte, si l'on n'est obligé envers personne, on peut ne point se sentir le goût de sacrifier à je ne sais quelle humanité à venir, des tendances qu'éprouve l'humanité individuelle de chacun. D'ailleurs, les darwinistes sont presque tous déterministes,

(1) *Op. cit.*, p. 24.

et quelle bonne plaisanterie qu'une morale sans liberté! On laisse aux philosophes dont c'est le métier, le souci de ratiociner sur la possibilité d'une telle morale et, en attendant... on vit à sa guise, très libre de scrupule. Chaque jour on voit les jolis fruits que portent ces doctrines : la sève qui les élabore en produira d'autres.

Mais on comprend dès lors, quelles alliances louches contracte la doctrine darwiniste avec tout ce qu'il y a de moins noble dans la nature humaine. On aime à pouvoir donner un prétexte scientifique à ce que la conscience, envers et malgré tout, reproche comme de l'inconduite. On s'explique à soi-même ses remords et ses craintes par je ne sais quelles influences ataviques. « On descend de races qui ont été longtemps religieuses, malheureusement pour elles et pour nous... Mais ce sont les ancêtres d'avant qui avaient raison, ceux qui avaient la morale de la lutte pour l'existence ! » Pour légitimer sa vie, on se passionne pour une doctrine. Qui ne voit cela dans l'acharnement avec lequel tout ce qu'il y a d'antireligieux et de foncièrement immoral s'attache au darwinisme, n'a pas d'yeux ou les ferme.

On peut avoir des raisons d'ordre scientifique pour être évolutionniste : l'on reconnaîtra, si l'on est loyal, que l'on peut aussi en avoir d'autres.

(A suivre.) ROBERT DE SINÉTY, S. J.

L'INDUSTRIE

DES

TRANSPORTS MARITIMES

La Revue des Questions scientifiques a publié une série d'articles sur la fonction économique des principaux ports du monde. Il a semblé que, pour compléter cette étude, il serait intéressant de présenter un aperçu général de l'industrie qui les alimente, notamment celle des transports maritimes.

Nous serons amenés ainsi à parler de la plupart des grandes lignes de navigation, nous verrons quels grands courants commerciaux commandent la marche de ces navires, enfin nous comparerons la part que prennent les grandes nations maritimes dans les transports par mer ; en nous étendant un peu plus longuement sur la rivalité maritime de l'Angleterre et de l'Allemagne.

Il n'entre pas dans le cadre de ce travail d'étudier l'outil de l'industrie des transports maritimes, c'est-à-dire le navire.

Nous ne voulons que tracer un aperçu rapide des diverses espèces de navires d'après les usages auxquels ils sont destinés, et examiner en passant les raisons d'être de ces diverses classes et les conditions de leur existence.

Nous classons les navires en quatre grandes catégories :

1° Les navires à passagers ;

2° Les navires à passagers et à marchandises ;

3° Les navires à marchandises appartenant à des lignes régulières ;

4° Les navires à marchandises dits « tramps ».

Ce qui distingue surtout le premier type de navire des autres, c'est sa vitesse. Pour le voyageur surtout « Time is money ».

Grande vitesse implique grande force de propulsion, donc des machines puissantes, ce qui entraîne une grande consommation de charbon. Pour loger les machines, les chaudières et le charbon, il faut de la place, beaucoup de place. Le surplus sera réservé aux passagers et à leurs bagages. Quant aux marchandises, il n'y en a pas ou guère.

Le *Mauretania* est un navire de ce type ; jaugeant 32 000 gross tons, il développe 70 000 chevaux de force et consomme en une traversée de l'Atlantique 5000 à 6000 tonnes de charbon. Il transporte plus de 3000 hommes, mais seulement 700 tonnes de marchandises.

Les navires de ce type ne peuvent exister que là où le trafic de voyageurs est très intense. Cette condition n'est réalisée, pour les grandes distances, qu'entre l'Europe et l'Amérique du Nord.

Pour les petites distances, il y a les lignes de Douvres vers Calais, Boulogne, Ostende, etc. dans la Manche, ainsi que quelques lignes de la mer d'Irlande.

Partout ailleurs le trafic est insuffisant pour justifier l'emploi de navires de grande vitesse.

On le comprend aisément, quand il s'agit de petites distances, qui toutes sont parcourues en moins d'un jour, les navires sont beaucoup plus petits que ceux

qui servent à aller en Amérique. Ils développent une force de 3000 à 7000 chevaux pour un tonnage de 1000 à 2000 tonnes, mais n'emportent que relativement peu de charbon.

Peu de sociétés de navigation possèdent de grands navires ultrarapides. En effet, une telle entreprise exige des capitaux énormes (le *Mauretania* et le *Lusitania* ont coûté chacun 30 millions de francs), capitaux dont disposent seules les très puissantes sociétés.

Ce sont : l'Hamburg Amerika Linie et le Norddeutscher Lloyd pour l'Allemagne ; la White Star Line, la Cunard Line, l'Anchor Line, la Peninsular et Oriental Steam Navigation C° et l'Union Castle Line pour l'Angleterre ; l'American Line pour l'Amérique et la Compagnie Générale Transatlantique pour la France. Encore faut-il remarquer que la Peninsular et Oriental C° et l'Union Castle Line n'ont guère qu'un ou deux navires de cette catégorie, ne faisant d'ailleurs pas le service d'Europe en Amérique.

A la différence des lignes transatlantiques, les petites lignes de malles-poste, par exemple celles qui relient l'Angleterre au continent, appartiennent presque exclusivement à des compagnies de chemin de fer, dont elles sont un prolongement nécessaire.

Le nombre de passagers transportés par les lignes transatlantiques est très considérable. Durant l'année 1907, qui est d'ailleurs une année de record, 1 727 000 passagers allèrent en Amérique et 768 000 vinrent en Europe. Ces chiffres représentent pour les compagnies engagées dans ce trafic, une recette de 500 à 600 millions de francs.

Voyons la répartition par société en 1906 :

Noms des Compagnies	Tonnage employé	Nombre des passagers 1re classe	2e classe	3e classe
Hamburg Amerika Linie	135 000 g. t.	14 000	17 700	153 000
Norddeutscher Lloyd	150 000	15 000	29 000	149 000
Cunard Line (anglais)	200 000	10 000	16 000	113 000
White Star Line (anglais)	233 000	13 000	15 000	75 000
Red Star Line (américain)	88 000	3 600	9 500	64 000
Comp. Génér. Transat. Franç.	70 000	5 800	9 000	62 000
Anchor Line (anglais)	32 000	3 800	12 000	49 000
Holland Amerika Lijn	108 000	3 800	10 000	42 000
Italie (service anglais)	—	300	1 000	38 000
Fabre (français)	—	200	—	33 000
Autriche (service anglais)	—	300	500	29 000
La Veloce (italien)	—	700	200	28 000
American Line	95 000	5 700	8 000	26 000
Lloyd Italien	77 000	200	2 600	19 000
Lloyd Norvégien	—	1 400	—	17 000
Prince Line (anglais)	—	—	—	16 000
Compania Transat. Española	—	400	500	6 500

Il est à remarquer que seules les quatre premières sociétés ainsi que la Compagnie Générale Transatlantique possèdent des « lévriers de mer », faisant de 18 à 26 nœuds par heure (le nœud marin vaut 1853 m.); les autres sociétés n'ont que des navires moins rapides.

Ceci nous amène à parler des navires de la seconde catégorie, employés autant au transport des marchandises qu'à celui des passagers : bien qu'il n'existe pas de limite précise, nous considérerons comme en faisant partie ceux qui ont une vitesse de 14 à 18 nœuds.

La réduction de vitesse fait gagner de la place dans d'énormes proportions. On sait en effet que l'accroissement en vitesse d'un navire est de beaucoup inférieur à l'accroissement de la force nécessaire pour obtenir cette vitesse. Ainsi un navire de 10 000 g. t. pourra faire 16 nœuds avec une force de 10 000 chevaux. Pour faire 22 nœuds il lui en faudra peut-être 30 000.

On comprend dès lors l'énorme gain de place qu'on obtient par la réduction de vitesse qui supprime dans

le cas supposé les deux tiers des chandières, des machines et des soutes à charbon. Dans l'espace ainsi obtenu on mettra des marchandises.

Les navires de ce type transportent tout autant de passagers que ceux de la première catégorie, et en outre une quantité très importante de marchandises. Ainsi, par exemple, l'*Adriatic* de la White Star Line de Liverpool, jaugeant 25 000 g. t. fait 17 nœuds à l'heure et transporte plusieurs milliers de voyageurs et quelque 5000 t. de marchandises.

Toutes les sociétés énumérées plus haut usent largement de ce type de navire. Mais la compagnie la plus représentative de ce genre est, sans contredit, la Peninsular & Oriental Steam Navigation C° désignée plus communément par les initiales P. & O. Elle fait le service d'Orient avec une superbe flotte composée de grosses unités allant de 5000 à 10 000 tonnes, d'une vitesse de 14 à 18 nœuds, transportant un nombre très important de voyageurs et énormément de marchandises.

L'Union Castle Line, qui fait le service d'Afrique, appartient à la même catégorie ; cependant, comme elle a moins de voyageurs à transporter, une partie seulement de sa flotte répond au type que nous venons de décrire.

Parmi les compagnies qui font le service entre l'Amérique et l'Europe, le modèle parfait de la seconde catégorie nous est donné par la Red Star Line avec ses gros navires, tous de 7000 tonnes au moins et dont aucun ne fait plus de 16 nœuds.

Il va de soi que cette deuxième classe de navires est beaucoup plus importante que la première et qu'elle se rencontre dans toutes les grandes compagnies qui entreprennent le transport des voyageurs.

Citons outre les deux sociétés anglaises prénommées : New Zealand Shipping C° (Nouvelle-Zélande), Orient

Royal Mail (Australie), Pacific Line (Amérique du Sud), Royal Mail Steam Packet C° (Amérique Centrale), Bibby Line (Inde), Dominion Line (Canada), Anchor Line (U. S., Inde), Allen & States Lines (U. S., Canada), Union Steamship C° of New Zealand.

Au Japon : Nippon Yusen Kaisha.

En Autriche : Austrian Lloyd.

En Italie : Navigazione Generale Italiana.

En Amérique, outre la Red Star Line, la Pacific Mail Steamship C° (Japon) et la Southern Pacific C° (golfe du Mexique).

Au Danemark : Det Foredene Dampskibsk-Selskab.

En Hollande : Rotterdamsche Lloyd.

En France : Les Messageries Maritimes.

En Allemagne : Deutsche Ost Afrika Linie.

Outre les navires dont nous venons de parler, ces sociétés possèdent dans leur flotte un nombre souvent très considérable d'unités de la troisième classe.

Ce sont les navires qui prennent des voyageurs mais seulement comme appoint et pour qui les marchandises sont de loin le principal. Vis-à-vis de la seconde catégorie, il en résulte encore une fois un gain de place, d'un côté par la suppression d'une grande partie des aménagements pour passagers, de l'autre par une diminution de la machinerie, la vitesse n'étant que de 10 à 14 nœuds.

Ces navires sont en général moins grands que les précédents ; il est fort rare d'en rencontrer de 8000 tonnes de jauge. Il ne faut pas oublier en effet que tous appartiennent à des lignes de navigation régulières et qu'ils doivent trouver leur fret en un temps donné dans un nombre de ports donné également.

D'une part, ils ne pourraient allonger indéfiniment le nombre de leurs escales — cela coûterait trop cher — d'autre part, à cause de la concurrence, ils ne pourraient laisser les marchandises s'accumuler dans les ports

qu'ils visitent en espaçant les dates de leurs visites. Il faut donc que leurs voyages soient relativement fréquents et qu'ils ne prennent que peu de marchandises à la fois. D'où leur plus faible tonnage. Cette catégorie avec la dernière est la plus nombreuse.

Citons les principales compagnies ayant des navires de ce type.

Angleterre : 1° Bucknall Steamship C° ; 2° Houlder Line ; 3° British Steam Navigation C° (Indes) ; 4° Natal Line (Natal, Chine) ; 5° Shire Line (Extrême-Orient) ; 6° Cuban Line ; 7° African Steam Navig. C° (Afrique) ; 8° General Steam Navig. C° ; 9° Blue Anchor Line ; 10° Tyser Line (Australie) ; 11° Ellerman Lines ; 12° Federal Steam Navig. C° ; 13° Elder Dempster C° (Afrique) ; 14° Leyland Line (Amérique) ; 15° Booth Line (Brésil) ; 16° Nelson Line (Sud Atlantique) ; 17° Johnston Line ; 18° Lamport & Holt (Amérique du Sud) ; 19° Brockleband Line (Inde) ; 20° Holt & C° (Indes Anglaises) ; 21° Houston Lines (Amérique du Sud) ; 22° City Line (Inde) ; 23° Donaldson Line (Amérique du Nord) ; 24° Clan Line (Océan Indien) ; 25° Prince Line ; 26° Furness Withy & C° (Amérique du Nord) ; 27° West Hartlepool Steam Navig. C° (Perse) ; 28° Ben Line (Straits) ; 29° Wilson Line ; 30° Manchester Liners (Amérique) ; 31° Head Line (Amérique) ; 32° Adelaide Steamship C° (Océanie).

Hollande : Koninklijke Nederlandsche Stoombootmaatschappij.

France : Chargeurs Réunis (Atlantique Sud) ; Société Générale de Transports Maritimes à vapeur ; Compagnie Havraise Péninsulaire de Navigation à vapeur.

Allemagne : Woermann Linie (Afrique Occidentale); Kosmos Linie (Côte Pacifique) ; Hamburg Sud-Amerikanische Dampfschiffsfahrt Gesellschaft ; Argo (Baltique) ; Hansa Linie ; Deutsch Australische Dampf. Gesellschaft.

Toutes les lignes énumérées ont au moins 50 000 g. t.

Nous n'avons considéré jusqu'ici que des navires appartenant à des lignes de navigation régulière. Il nous reste à parler d'une quatrième classe, celle des tramps, c'est-à-dire des vagabonds. Un tramp est essentiellement un navire qui n'a pas d'itinéraire fixe, qui une fois transportera du charbon de Newcastle à Gênes, et retournera avec un chargement de minerai d'Almeria pour Rotterdam, de là il s'en ira à vide à Cardiff, prendre du charbon pour Buenos-Aires, et en reviendra avec une cargaison de grain pour Liverpool, et ainsi de suite.

Ces navires ont toutes les dimensions, mais en général ils ne dépassent pas 5000 g. t. Leur vitesse est limitée, allant de 9 à 13 nœuds. Ils sont montés par un équipage très réduit et leur machine, qui ne dépasse guère 1800 chevaux, ne prend pas beaucoup de place, non plus que le charbon. Tout le reste est réservé aux marchandises qu'ils transportent en quantités énormes.

Voici la liste des sociétés de tramps dépassant 50 000 g. t.

Londres :

1° Houlder, Middleton & C°, 50 000 g. t.
2° Indo China Steam Navigation C°, 97 000 g. t.
3° Lawthar, Lath & C°, 50 000 g. t.
4° Cory & Sons, 50 000 g. t.
5° Britain Steamship C°, 104 000 g. t.
6° Andrew Weir & C°, 115 000 g. t.
7° Mercantile Steamship C°, 50 000 g. t.
8° Pyman, 50 000 g. t.

Liverpool :

9° British & Foreign Steamship C°, 58 000 g. t.
10° Royden, 70 000 g. t.
11° William Thomson & C°, 50 000 g. t.

Glasgow :
12° Gow Harrison & C°, 48 000 g. t.
13° Maclay & Mc Ferthyr, 80 000 g. t.
Westhartlepool :
14° Ropner, 130 000 g. t.
Newcastle :
15° Moor Line, 90 000 g. t.
Sunderland :
16° James Westoll, 92 000 g. t.
Cardiff :
17° Cory & Sons, 52 000 g. t.
18° Tatem & C°, 60 000 g. t.
19° Thomas Radcliffe, 92 000 g. t.
St-Yves :
20° Hain & Sons, 95 000 g. t.

Comment se fait-il qu'il existe des sociétés importantes composées uniquement de tramps ? On comprend que les propriétaires d'un seul navire ne puissent desservir une ligne régulière avec une seule unité, mais pour aucune des sociétés énumérées ce n'est le cas. Pourquoi ne constituent-elles pas des lignes régulières ? Ceci nous expliquera d'ailleurs la raison d'être des lignes régulières.

La raison est la suivante : les tramps transportent en général une cargaison entière, charbon, minerai, grains, bois, etc. Cette cargaison est embarquée tout entière à un seul port ; à telle époque de l'année, tel port livrera d'énormes quantités de marchandises : Buenos-Aires par exemple, après la récolte argentine. Aucune ligne régulière ne pourrait assumer ce transport, car ou bien, si elle a assez de navires, ils seront inactifs une grande partie de l'année, ou, si elle doit en louer, à qui s'adresserait-elle, sinon aux compagnies de tramps ? Dans ce cas, ces dernières assument elles-mêmes le transport.

En outre, les grains de Buenos-Aires ne sont pas destinés tous au même port, mais s'éparpillent entre quelques ports principaux (Anvers, Rotterdam, Liverpool, Londres) et un nombre considérable de ports de moindre importance. Comment, encore une fois, une ligne régulière pourrait-elle se charger de ces divers services ? Mais, dira-t-on, cela n'est vrai que pour le grain dont le transport n'a lieu que pendant certaines saisons ; en sera-t-il de même pour le minerai, qui, lui, se transporte l'année durant ? Ici encore une ligne régulière n'est pas possible.

Prenons comme exemple le port de Bilbao qui est le port minier le plus important du monde entier : 4 à 5 millions de tonnes en partent bon an mal an, pour les trois quarts vers l'Angleterre (surtout vers Middlesbro') et le reste vers Rotterdam. Ne pourrait-on pas imaginer une ligne partant de Newcastle avec un chargement de charbon pour un des ports français de la Manche ou de l'Océan, et revenant de Bilbao avec du minerai de fer ? Sans doute, mais ce ne sera pas une ligne régulière, car même si l'on trouve toujours du fret Bilbao-Middlesbro', on ne pourrait en trouver dans la même mesure de Newcastle au même port français.

Ceci prouve surabondamment la nécessité des tramps, car le cas de Bibao-Middlesbro' est absolument exceptionnel. Tous les raisonnements précédents s'appliquent *à fortiori* à des ports moins importants.

Comment se fait-il qu'en Angleterre il y ait relativement beaucoup plus de tramps que dans d'autres pays, au point qu'elle monopolise presque l'industrie des transports pondéreux ? Le charbon joue ici un rôle décisif : en règle générale, tout tramp qui a été chercher au loin une cargaison de bois, de grain, de minerai, etc. la ramène dans un des grands ports du Nord-Ouest de l'Europe. Puis il va prendre dans l'un des ports charbonniers d'Angleterre (Cardiff, New-

castle, Newport, Sunderland, Swansea) un plein chargement de charbon à transporter soit en Europe, soit ailleurs.

Pourquoi le charbon sert-il de fret de sortie ? Pourquoi ne prend-on pas un autre chargement ? C'est que le charbon est le seul fret lourd et abondant qu'on puisse trouver pour sortir des pays de grande industrie. Les ports de Londres, Liverpool, Hambourg, Anvers, Rotterdam et les autres moins importants, n'ont pas de matières premières à exporter, pour la bonne raison qu'ils appartiennent à des pays de grande industrie qui transforment au contraire les produits bruts des pays neufs et exportent des produits manufacturés. Ceux-ci ont, à la différence des matières brutes, un petit poids et une grande valeur. Ils ne se transportent donc pas en grande quantité directement d'un port à un autre. On n'imagine pas, par exemple, un navire partant d'Anvers avec un chargement complet de 3000 tonnes de machines ou même de produits métallurgiques, poutrelles, rails, etc., destinés à un seul port (il y a évidemment des exceptions, par exemple dans le cas de la construction d'un chemin de fer).

Les produits manufacturés doivent donc, en règle générale, être transportés par les lignes régulières, qui prendront dans quelques ports un chargement de marchandises très diverses, destinées à un certain nombre de ports d'escale.

Le charbon est le seul produit brut venant des pays industriels. Ce fait s'explique en partie par la considération que le charbon, tout en étant un produit brut, exige cependant un outillage des plus compliqués pour être extrait en grandes quantités. Les pays neufs ne pourraient donc en produire beaucoup.

Or, de tous les pays d'Europe et même du monde, l'Angleterre est le seul qui ait un excédent considérable de charbon. Joignez à cela que ses districts

miniers les plus importants — Cardiff et Durham — se trouvent tout près de la mer.

Qu'en résulte-t-il ? C'est qu'annuellement l'Angleterre exporte de 50 à 60 millions de tonnes de charbon dans le monde entier, surtout en Allemagne, en France, en Italie et en Russie.

Il va de soi que les Anglais qui ont précédé toutes les autres nations dans la grande industrie et se trouvent si favorisés par la nature pour l'industrie particulière des tramps, ont conservé pour celle-ci le monopole qu'ils avaient naguère dans l'industrie métallurgique et textile.

Ce monopole existera-t-il longtemps encore ? C'est difficile à dire. En Europe, l'Allemagne seule semble assez puissante pour devenir une concurrente sérieuse. Or que voyons-nous ? Loin d'exporter du charbon par ses ports, elle doit en importer de grandes quantités par ceux-ci. Ainsi Hambourg importe annuellement de 4 à 5 millions de tonnes de houille anglaise.

D'ailleurs cela n'a rien d'étonnant, les districts houillers d'Allemagne se trouvant tous très éloignés de la mer, excepté celui de la Ruhr ; mais celui-ci, avant d'arriver à exporter par mer, doit saturer le marché hollandais de son charbon ; or ce point de saturation est loin d'être atteint, car les Anglais vendent de grandes quantités de houille en Hollande.

Évidemment cette situation peut se modifier, mais même dans ce cas il y a beaucoup de chance que ce soient des armateurs de Rotterdam et non des Allemands qui profitent de l'aubaine.

Un autre pays qui pourrait voir se développer l'industrie des tramps, c'est la Belgique. Comme l'Allemagne, nous sommes obligés d'importer du charbon par le Nord, tandis que nous en exportons par le Sud. Grâce au bassin houiller de la Campine, tout peut changer. Dans quelques années, nous disposerons

peut-être d'un excédent de quelques millions de tonnes de charbon ; comme les communications entre le Limbourg et Anvers sont destinées à s'améliorer nécessairement — on y travaille déjà — une partie de cet excédent sera dirigée sur Anvers qui, par conséquent, ne devra plus importer de charbon anglais.

Il est à prévoir également que l'industrie métallurgique s'établira dans le Limbourg, de sorte que l'on pourrait voir naître un double courant de marchandises. Supposant pour le Limbourg une production houillère de 10 millions de tonnes et un excédent de 3 millions, le reste sera absorbé sur place par l'accroissement de consommation du pays, accroissement auquel les anciennes mines de houille du pays ne pourront suffire. Il y aura donc 3 millions de tonnes à exporter par les tramps anversois, à moins que ce ne soient les Anglais qui profitent de l'occasion. Comme fret de retour, ils auront du minerai de fer à ramener soit d'Espagne ou d'Algérie, soit de Suède ou de Norvège.

Anvers se trouverait par le fait même posséder un avantage dont ne jouit aucun port de son importance : avoir un fret lourd de sortie et de rentrée, et cela en grande abondance, voilà des conditions exceptionnellement favorables qui ne se rencontrent ni à Londres, ni à Liverpool, ni à New-York, ni à Hambourg, ni à Rotterdam. Ce privilège exceptionnel, s'ajoutant à tous les avantages dont Anvers profite déjà, ferait de notre métropole commerciale, le premier port du monde au point de vue du tonnage.

Les transports par tramps correspondent à des courants de marchandises nettement caractérisés dont le point de départ est l'un des grands ports charbonniers anglais. En 1905, les exportations étaient les suivantes : Cardiff : 14 500 000 tonnes ; Newcastle :

9 000 000 tonnes ; Newport : 3 000 000 tonnes ; Sunderland : 2 500 000 tonnes ; Hull : 1 745 000 tonnes ; Swansea : 2 400 000 tonnes ; Glasgow : 1 500 000 tonnes.

Cette exportation se divise en trois courants, l'un vers la mer Baltique, l'autre vers la Méditerranée, et le troisième vers la France, les Pays-Bas et le nord de l'Espagne. Voici quelques chiffres pour 1905 :

Nord : Russie : 2 500 000 tonnes ; Suède : 3 000 000 tonnes : Norvège : 1 500 000 tonnes ; Danemark : 2 300 000 tonnes ; en tout, 9 000 000 tonnes.

Méditerranée : Algérie : 800 000 tonnes ; Espagne : 2 000 000 tonnes ; Italie : 6 400 000 tonnes ; Egypte : 2 200 000 tonnes ; Turquie : 500 000 tonnes ; Autriche : 500 000 tonnes ; total : 12 400 000 tonnes.

Centre : Allemagne : 7 500 000 tonnes ; France : 6 500 000 tonnes ; Hollande : 2 000 000 tonnes ; Belgique : 500 000 tonnes ; Portugal : 1 000 000 tonnes ; total : 17 500 000 tonnes.

Du Nord les marchandises reviennent en un triple courant, de bois, de grain et de minerai. qui se partage entre Hambourg. Rotterdam, Anvers et l'Angleterre, le minerai étant de beaucoup le plus important, le bois venant ensuite et enfin le grain. C'est Rotterdam qui prend de loin la part la plus importante du minerai, tandis qu'Anvers importe de grandes quantités de bois du nord.

Le courant de retour de la Méditerranée comprend le grain et le minerai. Voici la répartition pour le minerai : Espagne (Nord exclu) 3 000 000 tonnes, dont la moitié sont des pyrites cuivreuses de Huelva ; la majeure partie des 3 000 000 tonnes est à destination de l'Angleterre. — Grèce : 300 000 tonnes de minerai de fer pour l'Angleterre surtout, minerais de zinc pour Anvers. — Russie : Minerai de fer et de manganèse : 200 000 tonnes pour l'Angleterre. — Turquie d'Asie

et Grèce : minerai de plomb pour Anvers. — Algérie : 200 000 tonnes de minerai de fer pour l'Angleterre, minerai de zinc pour Anvers.

Le courant de grain est beaucoup plus important que celui du minerai : il vient surtout d'Odessa et de Braila. Voici quelques chiffres : Vers l'Angleterre : environ 2 000 000 tonnes en 1905. — Vers Anvers : environ 1 000 000 tonnes en 1906. — Vers Rotterdam : environ 2 000 000 tonnes en 1907.

Les ports de la Méditerranée se trouvent donc dans la même situation que ceux du Nord, c'est-à-dire qu'ils ont moins à exporter qu'à importer (comparez le total de la houille importée avec le total des exportations). Il y a cependant cette circonstance aggravante, que pour la Méditerranée le transport du grain étant le plus important, il y a une époque de l'année pendant laquelle on n'a guère de grain à exporter, tandis que dans le Nord le trafic est plus régulier parce que c'est le minerai qui y joue le rôle principal.

On comprend facilement combien de telles fluctuations dans la quantité des marchandises à transporter influent sur le fret.

Enfin dans les pays situés entre le Nord et le Sud, les ports miniers du nord de l'Espagne sont les seuls qui donnent lieu à un courant de retour, courant exclusivement constitué de minerai : 4 300 000 tonnes venant de Bilbao ; 1 000 000 tonnes de Santander ; 700 000 tonnes de Castro-Urdiales. L'Angleterre prend 4 000 000 tonnes, la Hollande 1 000 000 tonnes et la Belgique avec d'autres pays le reste.

Nous concluons de ce qui précède que les ports anglais (Liverpool et Londres exceptés, comme n'exportant pas de charbon) auront un excédent de fret à la sortie et un manquant à la rentrée, tandis que les ports du Nord et du Sud auront un excédent à la rentrée et un manquant à la sortie. Cette conclusion est justifiée

quand on considère l'ensemble des ports méditerranéens, ainsi que ceux du Nord ; mais si l'on prend les ports individuellement, on constatera ce fait général que les ports desservant les régions industrielles, quel que soit le pays où ils se trouvent, ont un excédent d'entrées dû pour les uns au charbon (Gènes, Marseille, Barcelone), pour les autres aux matières brutes et aux céréales (Londres, Liverpool, Anvers, Rotterdam, Hambourg).

Au contraire, les ports desservant des régions minières ou agricoles auront un excédent de sortie, dû aux grains (Riga, Odessa, Braila, Buenos-Aires), aux minerais (Lulea, Bilbao, Santander, Almeria Ergasteria, Poti) ou au charbon Cardiff, Newcastle, etc.).

Il y a encore un courant très important, c'est celui qui amène les blés d'Argentine en Europe : ce service est assuré par des tramps, tandis que le transport des blés de l'Amérique du Nord en Europe se fait en grande partie par les lignes régulières. La raison en est le grand nombre de services réguliers entre l'Europe et l'Amérique du Nord. Ces lignes sont tellement nombreuses que la quantité des céréales à transporter, quoique très importante, n'exige cependant qu'une part relativement faible de leur tonnage total.

Remarquons en passant que les tramps servant au transport des céréales de la Mer Noire peuvent assurer également celui des grains de l'Argentine, puisque les récoltes sont terminées pour une date qui coïncide avec la fin de l'hiver européen.

Voici quelques chiffres qui donnent une idée de l'importance du transport des céréales d'Amérique :

L'Angleterre en importe (1905) tant du Nord que du Sud environ 5 000 000 t. ; Anvers importe 850 000 t. d'Argentine et 450 000 t. des États-Unis (1906), tandis que pour Rotterdam les chiffres sont 450 000 pour l'Argentine et autant pour les États-Unis.

Quelle est, au point de vue financier, la situation des tramps ? A la différence des sociétés desservant des lignes régulières, ils ont l'avantage d'exiger un capital relativement peu important : car ce qui coûte cher dans un navire, ce n'est pas tant la coque, que les machines, les chaudières, et les aménagements plus ou moins luxueux pour passagers. Ainsi un tramp pouvant transporter de 5000 à 6000 tonnes de marchandises ne coûtera pas plus d'un million, tous frais compris. (Ces prix sont naturellement sujets à fluctuation.) Mais, par contre, si le navire coûte peu, les recettes sont faibles, le fret des marchandises lourdes prises en vrac, étant de beaucoup inférieur non seulement aux prix de passage des voyageurs, mais également au fret exigé par les lignes régulières pour les marchandises variées qu'elles transportent.

Voici, par exemple, un tableau du fret moyen en shillings et pence par tonne pour le transport du charbon de Newcastle aux ports indiqués.

	1907	1906	1905
Gènes	7/3	6/7	6/2
Marseille	6/8	6/6	6/4
Barcelone	7/5	6/11	6/7
Carthagène	6/9	6/4	6/1
Alger	6/4	5/9	5/8
Bilbao	4/8	4/1	3/8

Voici le fret pour des distances plus considérables, pour l'année 1906 :

	Fret maximum	*Fret minimum*
Cardiff-Bombay	12/3	8/9
Cardiff-Cape Town	14/	11/3
Cardiff-Hong-Kong	16/	13/9
Cardiff-Rio-de-Janeiro	15/6	11/
Cardiff-La Plata	16/9	9/2
Cardiff-Singapore	17/	10/

Le fret ne croît pas proportionnellement à la distance. Ainsi le fret de Cardiff à Bombay n'est pas le triple ou le quadruple de celui de Cardiff à Alger, comme on s'y attendrait eu égard à la distance trois à quatre fois supérieure.

Le motif est le suivant : il faut distinguer des frais de route qui se réduisent à quatre articles principaux — charbon, salaire, nourriture, et assurance du navire et de la cargaison — ceux qui viennent s'y ajouter du fait des relâches. Ce sont les droits de quai, d'entrée, de sortie, ainsi que les frais de déchargement, ce qui constitue une part très importante des dépenses. Cette dernière catégorie de dépenses n'ayant aucun rapport direct avec la distance, on conçoit aisément que le fret subisse des variations tout à fait indépendantes de celle-ci.

Voici un exemple pouvant donner une idée des recettes et dépenses d'un tramp : le steamer *Thordisia* fait le voyage de Cardiff à Saint-Vincent (Antilles) avec 2868 t. de charbon à 7/9 — soit £ 1666 — revient de Galveston à Brême avec 1539 t. net register (1) de balles de coton à 41/6, soit £ 3193. En tout £ 4323. La durée totale du voyage est de 92 jours. Dépenses : charbon £ 480, équipage £ 450, assurance £ 508, autres frais £ 800. Date du voyage : 21 septembre 1891 au 23 décembre. Il reste £ 2030 à distribuer, ce qui fait £ 22 par action de £ 100.

Il s'agit ici d'une société fondée pour exploiter ce

(1) Rappelons à ce propos qu'il y a trois espèces de tonnage différents : 1° le tonnage brut indiqué en gross tons, chaque tonne mesurant 100 pieds cubes ou 2,830 m. c. ; 2° le tonnage net déduit du premier en supprimant certaines parties du navire qui ne doivent pas payer de droits de port etc. Le tonnage net est donc plus petit que le tonnage brut d'un navire, mais tous deux sont des mesures de capacité. Une tonne net register vaut également 100 pieds cubes ; 3° le tonnage en lourd indique la capacité de chargement d'un navire, en poids. Le tonnage en lourd dépasse toujours de beaucoup le tonnage net. Il est employé surtout pour les tramps, le tonnage brut pour les autres navires.

seul navire : il y a 64 parts de £ 400 chacune. C'est un cas fréquent en Angleterre que celui d'une société distincte constituée pour chaque navire d'une même firme. On remarquera que ces navires ne sont pas amortis et qu'on ne fait pas de réserve. Un de ces tramps peut, s'il a quelque chance, rapporter un intérêt assez considérable. Ainsi le steamer *Thordisia* a produit, de 1889 à 1900, la somme de £ 656 par part de £ 400. Il a continué à naviguer ensuite encore sept ans ne produisant presque plus rien. Le capital engagé fut donc rapidement remboursé et donna un revenu appréciable (£ 256 en dix ans). D'autres navires sont moins heureux.

Les grandes sociétés de tramps agissent en général comme les lignes de navigation régulière : elles ont une réserve et elles amortissent parfois leur flotte. Voici un tableau qui renseigne à cet égard (1906) :

Nom des Sociétés	Capital	Obligations	Réserve	Tonnage	Gain	divid. p. c.
Austin Friar	£ 238 000	£ 71 000	0	32 000 g. t.	15 000 £	0
Watts Watts & C°	463 000	0	178 000	80 000	70 000	7,5
Cairn & C°	126 000	30 000	0	21 000	8 000	4
Farrargrove	222 000	25 000	11 000	30 000	25 000	5
Hain & Sons	500 000	200 000	13 000	30 000	77 000	6,5
Jones	280 000	51 000	4 000	37 000	41 000	6,25
Leyland & C°	173 000	79 000	3 000	30 000	1 000	0
Pyman Brothers	250 000	99 000	109 000	53 000	22 000	5
Mercantile St S.	328 000	0	42 000	50 000	39 000	5,5
Runciman	288 000	149 000	22 000	55 000	44 000	5,8
Nautilus	143 000	111 000	26 000	36 000	38 000	6
Pyman & C°	247 000	161 000	54 000	43 000	47 000	5
Taylor	228 000		10 000	31 000	10 000	2,5

La plupart de ces sociétés ont une réserve parfois très importante ; pour Pyman Brothers et pour Watts Watts elle se monte à 40 % du capital. Aussi cette dernière société a-t-elle porté son tonnage à 104 000 t. en 1908, et Runciman de Newcastle à 90 000 t. Ces progrès indiquent une certaine prospérité.

Jusqu'à présent nous n'avons considéré au point de vue financier que les seuls tramps. Les lignes de navigation régulières n'en diffèrent pas spécifiquement à cet égard. Elles puisent également leurs ressources dans le transport des marchandises auxquelles viennent s'ajouter les passagers et, pour certaines lignes, les subventions postales. Celles-ci ne sont en principe que le fret des lettres, fret extrêmement élevé, il est vrai, si l'on ne considère que le poids de la marchandise transportée, mais non si l'on tient compte des obligations imposées par les États subventionneurs : telle société, les Messageries Maritimes de Marseille par exemple, se trouve forcée à cause du courrier de relâcher dans un nombre très considérable de ports, qu'elle y trouve ou non du fret.

Deux éléments surtout constituent la différence entre les transports par ligne régulière et ceux effectués par les tramps. C'est d'abord la variété de marchandises qu'on trouve dans la cargaison d'un même navire ; ensuite et surtout la valeur beaucoup plus grande de cette cargaison. Un exemple en quelque sorte classique de cette différentiation est donnée par les exportations de l'Espagne, d'où les fruits et les vins sont transportés par des lignes régulières, tandis que le minerai l'est par les tramps. On a vu pourquoi les tramps ne pouvaient transporter les marchandises de valeur, manufacturées et autres. On comprend parfaitement que les lignes régulières ne peuvent faire la concurrence aux tramps pour le transport des marchandises pondéreuses et de peu de valeur, n'étant pas spécialement outillées pour cet usage. Cette règle souffre, comme l'on peut s'y attendre, de nombreuses exceptions.

Les cargaisons de produits d'une valeur supérieure à celle des matières premières payent un fret également plus élevé. Elles coûtent d'ailleurs considérablement plus à transporter, d'abord par le fait qu'elles sont moins

abondantes. Bien souvent les navires des lignes régulières naviguent avec une cargaison incomplète, tandis que par un temps de crise un tramp qui n'a pas d'emploi est désarmé. Par conséquent, une ligne régulière doit demander un fret supérieur à celui que demanderait un tramp. Ensuite les marchandises de valeur naviguent plus vite que les autres ; d'où frais supplémentaires. Enfin le chargement et le déchargement de ces marchandises de toute espèce sont beaucoup plus onéreux que ceux des marchandises pondéreuses. Les conditions étant normales, il suffit de 10 heures pour charger de 7 à 8000 tonnes de charbon, de grain, ou de minerai. Le déchargement se fait rapidement aussi.

Les autres marchandises qui portent à Anvers le nom caractéristique de « stukgoederen » exigent beaucoup plus de soin. Plus n'est question ici de les précipiter dans le navire ; au contraire il faut les descendre soigneusement dans la cale, les trier, les arrimer ; bref, leur embarquement demande du temps, des connaissances spéciales et du soin, choses toutes très coûteuses.

En outre, dans le prix du fret est compris non seulement le transport ainsi que le chargement et le déchargement, mais encore l'assurance des marchandises, assurance évidemment plus coûteuse pour une cargaison de valeur que pour celle transportée en vrac.

Ceci explique suffisamment la différence de fret entre les lignes régulières et les tramps.

On comprendra que les lignes ne transportant que subsidiairement des voyageurs se rapprochent des tramps au point de vue financier. Voici les dépenses de la General Steam Navigation C° en 1907, société qui au moyen de ses 52 navires jaugeant ensemble 57 000 g. t. relie Londres à 44 ports européens.

Salaires, nourriture, droits d'entrée .	£ 314 000
Charbon	88 000
Réparations et entretien	61 000
Amortissement	32 000
Assurance	15 000
Divers	50 000
Dividende	25 000
Total . . .	585 000

Le capital est de £ 484 000 et il y a pour £ 150 000 d'obligations. Le premier article est particulièrement important à cause du grand nombre de voyages que font les 52 navires, chacun de ces voyages étant très court.

Pour les grandes sociétés s'occupant surtout du transport des voyageurs, le premier article prend une importance encore plus considérable, due surtout à l'énorme consommation de charbon et aux dépenses en vivres pour les voyageurs. Voici les chiffres de 1907 pour la Cunard Line qui, nous le rappelons, a un tonnage de 250 000 g. t.

Charbon, salaire, nourriture, droits, etc.			£ 1 629 000
Bureaux et agences			86 000
% des administrateurs			5 000
Réparations			159 000
Assurance			60 000
Balance.			554 000
Recettes . .	£ 2 499 000	Total.	2 499 000

Pertes et Profits

Income tax. .	£ 5 000	Balance 1906	£ 59 000
Intérêts à payer	51 000	Balance 1907	554 000
Dépréciation .	244 000	Total . . .	613 000
Balance. . .	289 000		
Divers . . .	24 000		
Total . . .	613 000		

Avec les £ 289 000 de la balance on fit un amortissement extraordinaire de £ 100 000 sur le *Mauretania* et le *Lusitania*, l'année étant exceptionnellement bonne, et le capital reçut 5 % ou £ 80 000 tandis que les £ 109 000 restantes furent reportées à nouveau. La flotte était évaluée à £ 6 378 000.

La P. & O., quoiqu'elle ait une flotte beaucoup plus considérable, ne dépense que £ 1 125 000. Ceci tient à ce que ses navires, allant moins vite, consomment moins de charbon et transportent moins de passagers et plus de marchandises que la Cunard Line.

Peut-on déterminer pour les lignes de navigation régulières des courants de marchandises comme pour les tramps ? Assurément, mais ces courants sont bien moins caractérisés et beaucoup plus compliqués à cause de la multiplicité des produits transportés. Contentons-nous de dire qu'en général, des ports des contrées industrielles il sort un courant de produits manufacturés qui aboutit dans tous les ports du monde, mais surtout dans les ports desservant également des régions industrielles. Ainsi la majeure partie des machines sortant de l'Allemagne ne se dirige pas vers les pays neufs, mais vers l'Angleterre et les autres pays industriels, et vice versa. D'autre part, les ports des pays agricoles et forestiers donnent naissance à un courant de produits de nature végétale et animale : vins, fruits, épices, caoutchouc, bois précieux, cafés, animaux vivants, engrais, saindoux, matières textiles, peaux, etc., produits destinés aux centres industriels pour y être transformés et consommés.

Quant aux grandes routes de navires, nous avons déjà dit un mot des lignes de voyageurs reliant l'Amérique du Nord à l'Europe. Il faut y ajouter les lignes suivantes, transportant uniquement des marchandises :

Furnesse Withy & C°, West Hartlepool	192 000 g. t.
Allan & State Lines, Glasgow	150 000
Atlantic Transport & National Lines	115 000
Dominion Line, Liverpool	88 000
Donaldson Line, Glasgow	66 000
Manchester Liners	60 000
Head Line, Belfast	50 000
Johnston Line, Liverpool, 73 × 2/3	48 000
Lord Line, Belfast	38 000
Norfolk & North American St. C°, Londres	30 000
Total :	837 000 g. t.

Soit donc un total de 837 000 t. toutes anglaises. On voit donc que chaque port anglais un peu important, Londres, Liverpool, Glasgow, Newcastle, West Hartlepool, Belfast, Manchester, est relié directement avec l'Amérique du Nord. Si l'on ajoute ce tonnage aux 1 191 000 tonnes déjà énumérées, on arrive au respectable total de 2 000 000 tonnes pour l'Amérique du Nord seule. La part des Anglais dans ce total est de 65 %, celle des Allemands de 14 %, celle des Américains de 9 %, enfin les Hollandais y interviennent pour 5 %, les Italiens pour 4 % et les Français pour 3 %.

Une route maritime plus importante encore est celle qui relie l'Europe occidentale aux Indes, à l'Extrême-Orient, à l'Australie et à la Nouvelle-Zélande. A proprement parler, il y a lieu de distinguer plusieurs routes, mais nous les réunissons en une seule pour la facilité du classement.

Quelques-unes des lignes australiennes passent par le Cap de Bonne-Espérance : nous les rattachons néanmoins au groupe d'Extrême-Orient et nous n'en reparlerons plus à propos des lignes desservant l'Afrique. A côté du nom de chaque ligne, se trouve le chiffre de son tonnage total, accompagné la plupart du temps d'une fraction indiquant approximativement la part du

tonnage affectée au service considéré. A cause du grand nombre de lignes de ce groupe, nous les divisons en trois grandes catégories : 1° Extrême-Orient, Indes et Australie ; 2° Indes et Extrême-Orient ; 3° Australie.

I. *Extrême-Orient, Indes et Australie*

A. Lignes anglaises :

Peninsular & Oriental C°, Londres	413 000 g. t.
British India Line, Londres	410 000
Holt & C°, Liverpool	325 000
Bucknall Steamship C°, Londres, 115/2	58 000
Den Line, Dundee	26 000
Total :	1 232 000 g. t.

B. Lignes françaises :

Les Messageries Maritimes, Marseille	308 000 g. t.

C. Lignes allemandes :

Norddeutscher Lloyd, Brême 600/5	120 000
Grand total :	1 660 000 g. t.

II. *Indes et Extrême-Orient*

A. Lignes anglaises :

City Lines, Londres	130 000 g. t.
Hall Lines, Londres	100 000
Indo-China Steam Navig. C°, Londres	97 000
Clan Line, Glasgow, 358/5	72 000
Brockleband Line, Liverpool	61 000
West Hartlepool Navigation C°	60 000
Ben Line, Leith	52 000
Bibby Line, Liverpool	46 000
Shire Line, Londres	44 000
Anchor Line, Glasgow, 64/2	32 000
Total :	694 000 g. t.

B. Austrian Lloyd	192 000 g. t.
C. Lignes allemandes :	
Hamburg Amerika Linie, 810/6	135 000
Hansa Linie, Brême, 232/2	116 000
Total :	251 000 g. t.
D. Navigazione Generale Italiana, 230/3	77 000
E. Rotterdam Lloyd	56 000
F. Nippon Yusen Kaisha, 260/5	52 000
Grand total :	1 322 000 g. t.

III. *Australie — Nouvelle-Zélande*

A. Lignes anglaises :	
White Star Line, Liverpool, 358/3	116 000 g. t.
Shaw, Savil & Albion C°, Londres	116 000
New Zealand Shipping C°, »	100 000
Federal & Holder Lines, Londres, 66/2/3	71 000
Orient Royal Mail, Londres	60 000
Tyser Line, Londres, 85 × 2/3	57 000
Australasian U. S. Navig. C°, Londres	44 000
Aberdeen Line, Aberdeen	44 000
Blue Anchor Line, Londres	30 000
Total :	638 000 g. t.
B. Deutsche Australische Dampfschiffs-fahrt Gesellschaft	150 000 g. t.

Ajoutons encore les lignes faisant le service interocéanique.

A. Lignes anglaises :	
Union Steamship of New Zealand, Dunedin	135 000 g. t.
Adelaide Steamship C°	57 000
Howard Smith, Melbourne	42 000
Total :	234 000 g. t.
B. Nippon Yusen Kaisha, 260 × 4/5	208 000
Grand total :	442 000 g. t.

L'Amérique est reliée à l'Océanie par deux espèces de lignes, les unes partant de la côte du Pacifique, et les autres venant de New-York via Cape Town.

A. Canadian Australian Line, Montreal	—
Southern Pacific C°, Chicago	—
Pacific Mail Steamship C°, New-York	72 000 g. t.
Toyo Kisen Kaisha	—
B. Tyser Line, 85/3	28 000
Bucknall Steamship Line 115/2	57 000
Hansa Linie	58 000
Total :	215 000 g. t.

Au total, pour l'Asie et l'Océanie, en négligeant les tonnages manquants, nous trouvons 4 395 000 g. t., dont les Anglais possèdent 68 °/₀, les Allemands 13 °/₀, les Français 6,8 °/₀, etc.

Les lignes desservant l'Afrique, les côtes de la Méditerranée exceptées, constituent également un groupe important.

A. Lignes anglaises :

Union Castle Line, Londres	245 000 g. t.
Elder Dempster, Liverpool	147 000
African Steamship C°, Londres	65 000
Houston Line, Liverpool, 75/2	38 000
Clan Line, Glasgow, 103 × 2/5	41 000
Natal Line, Londres	37 000
Houlder Line, Londres	27 000
Aberdeen Line of Direct Steamers	25 000
Federal Steam Navigat. C°, Londres 66/3	22 000
Total :	647 000 g. t.

B. Lignes allemandes :

Hamburg Amerika Linie, 810/6	135 000 g. t.
Deutsche Ost Afrika Linie	87 000
Hansa Linie, 232/8	30 000
Woermann Linie	—
Total :	252 000 g. t.
C. Chargeurs Réunis, Dunkerque	57 000
Grand total :	956 000 g. t.

On voit qu'ici la prépondérance des Anglais n'est plus aussi écrasante qu'en Extrême-Orient.

Voyons ensuite deux autres groupes formés, l'un par les lignes desservant l'Amérique du Sud et le Pacifique, l'autre par celles de l'Amérique centrale, des Antilles et du Golfe du Mexique.

I. *Amérique du Sud et Pacifique*

A. Lignes anglaises :

Pacific Line, Liverpool	160 000 g. t.
Lamport et Holt, Liverpool	130 000
Booth Line, Liverpool	110 000
Nelson Line, Liverpool	62 000
Houston Line, Liverpool 75/2	38 000
Nautilus Steam Shipping C°	35 000
Total :	535 000 g. t.

B. Lignes allemandes :

Hamburg Amerika Linie, 810/8	135 000 g. t.
Norddeutscher Lloyd	74 000
Hansa Linie 223/8	30 000
Kosmos Linie	—
Hamburg Sud Amerikanische Dampschiff. Gesellschaft	—
Total :	239 000 g. t.

C. Lignes françaises :

Chargeurs Réunis, Dunkerque, 114/2	67 000 g. t.
Société Générale de Transports Marit.	—
D. Navigazione Generale Italiana 230/6	40 000
Grand Total :	881 000 g. t.

II. *Amérique centrale, Antilles, Golfe du Mexique*

A. Lignes anglaises :

Royal Mail Steam Packet C°, Londres	130 000 g. t.
Gulf Transport Line, Liverpool	43 000
Elders & Fyffes, Manchester	38 000
Lord Line, 38/2	19 000
Total :	230 000 g. t.

B. Lignes américaines :

Merchants & Miners Transportation C°	45 000 g. t.
Southern Pacific C°, Chicago	65 000
C. Hamburg Amerika Linie 810/6	135 000
D. Compagnie Gén. Transatlant. 200/3	70 000
Grand total :	545 000 g. t.

Le total pour l'Afrique, l'Amérique du Sud et l'Amérique Centrale est de 2 282 000 g. t. La part de l'Angleterre est de 57 °/₀ et celle de l'Allemagne de 27 °/₀. On dira peut-être que la part de l'Allemagne doit être plus grande, puisque le tonnage de certaines lignes fait défaut. A cela nous répondrons d'abord que ce tonnage n'est pas très important. Ensuite, comme nous n'avons indiqué que les principales lignes anglaises, un nombre assez considérable de lignes secondaires ont été passées sous silence pour ne pas allonger indéfiniment une liste déjà fort longue. Nous avons estimé d'autre part qu'il était inutile de faire le travail énorme qu'eût entraîné l'addition du tonnage de toutes ces petites lignes, alors

que nous voulons donner une idée générale et approximative des transports par mer et non faire un résumé fidèle et exact du Lloyd Register.

Voyons enfin le groupe de lignes desservant la Méditerranée et l'Europe en général. Nous y ajouterons quelques sociétés qui ont tant de lignes diverses qu'il serait difficile de faire la répartition de leur tonnage.

I. *Méditerranée*

A. Lignes anglaises :

Cunard Line	50 000 g. t.
Ellerman Lines	42 000
Jones Steamship C°	42 000
Hogarth & Son	40 000
Papayanni Line, Londres	30 000
Jhonston Line 73/3	27 000
Total :	231 000 g. t.

B. Lignes françaises :

Compagnie Génér. Transatlant. 222/3	70 000 g. t.
Fraissinet	33 000
Société Générale de Transp. Maritimes	—
Autres	—
Navigazione Generale Italiana 230/3	77 000
Deutsche Levante Linie	—

II. *Europe et autres destinations*

A. Angleterre :

Harrison Line, Liverpool	188 000 g. t.
Wilson Line, Hull	182 000
Prince Line, Newcastle	130 000
A reporter	500 000 g. t.

Report	500 000 g. t.
General Steam Navigat. C°, Londres	57 000
Glen & C°, Glasgow	38 000
Leith, Hull, Hamburg Steam Packet C°	38 000
Clyde Shipping C°	50 000
Total :	682 000 g. t.

B. Autres pays :

Hamburg Amerika Linie 810/6	135 000 g. t.
Argo (Allemagne)	48 000
Neptun (Allemagne)	43 000
Det Foredene Dampskibs Selskab (Copenhague)	153 000
Nederland (Hollande)	65 000
Koninklijke Nederl. Stoom. Mppij.	40 000
Total :	484 000
Grand total :	1 166 000 g. t.

Aux lignes énumérées il conviendrait d'en ajouter quelques autres qui ont une certaine importance, comme la Compañia Transatlantica d'Espagne, la Veloce et la Compania di Navigazione Veneziana d'Italie, le Lloyd Norvégien ; mais, faute de renseignements sur leur flotte et leur service, nous n'avons pu les classer.

Il est à remarquer d'ailleurs qu'il n'a été tenu compte que des sociétés importantes et qu'ainsi plusieurs marines marchandes qu'il ne faudrait pas considérer comme négligeables, celle de la Norvège par exemple, ne figurent pas dans nos tableaux. Ceux-ci ne se rapportent du reste, nous le répétons, qu'aux seules lignes de navigation régulières. Or la flotte norvégienne est composée surtout de tramps, son charbon à elle étant le bois, qu'elle exporte dans le monde entier.

Voici, d'après le bureau « Veritas » de Paris, le tableau des marines marchandes pour 1907, comprenant tous les navires à vapeur de plus de 100 g. t.

Angleterre	16 632 000 g. t.	54 %
Allemagne	3 631 000	11,8 %
États-Unis	1 881 000	6 %
France	1 257 000	4,1 %
Norvège	1 257 000	4,1 %
Japon	1 040 000	3,4 %
Italie	847 000	2,8 %
Hollande	798 000	2,6 %
Russie	774 000	2,5 %
Suède	672 000	2,2 %
Espagne	669 000	2,2 %
Autriche	657 000	2,2 %
Danemark	643 000	2,1 %
Total :	30 758 000 g. t.	

On comprend facilement que, dans les contrées lointaines, seuls les pays possédant de grandes sociétés de navigation ont des lignes régulières. C'est pourquoi dans le trafic des lignes régulières énumérées plus haut, l'Angleterre, l'Allemagne, l'Amérique, la France, le Japon et l'Autriche figurent avec un tonnage plus élevé que dans le tonnage global.

Remarquons également que le tonnage des lignes desservant l'Europe, est de loin inférieur à la réalité, parce qu'il existe une multitude de petites sociétés qu'il eût été fastidieux d'énumérer.

Les chiffres suivants donneront une idée de l'importance des petites lignes et des sociétés secondaires de tramps. Si nous additionnons le tonnage des grandes sociétés de tramps, celles de plus de 25 000 g. t., nous arrivons au total de 2 015 000 g. t. tandis que pour les sociétés de navigation régulière nous trouvons un total de 6 784 000 g. t. Tout ceci, bien entendu, uniquement pour les lignes anglaises. Des 16 632 000 g. t. que compte la marine à vapeur d'Angleterre, il faudra défalquer 8 800 000 g. t. et il restera donc encore 7 148 000 g. t. à partager entre toutes les petites sociétés, tramps et autres.

Une des questions à l'ordre du jour est celle de la concurrence anglo-allemande. On sait que, dans certaines industries telles que la métallurgie, l'industrie chimique, la construction électrique, etc., les Allemands ne sont pas seulement les égaux des Anglais mais les ont même dépassés. En est-il de même pour l'industrie des transports maritimes ? Un coup d'œil jeté sur le tableau de la page précédente nous renseigne suffisamment à ce sujet : l'Angleterre détient 54 % du tonnage à vapeur et l'Allemagne 11,8 %. De plus, d'après le Lloyd Register, la flotte allemande ne gagne pas beaucoup de terrain puisque, en 1850, elle était six fois moindre que la flotte anglaise et, en 1900, celle-ci était encore cinq fois et demie plus importante. Comment expliquer alors qu'il soit tant question de la concurrence allemande, au point que bien des gens s'imaginent que les deux marines sont à peu près égales ? Cela tient tout d'abord à ce que les deux plus grandes compagnies du monde sont allemandes : l'Hamburg Amerika Linie et le Norddeutscher Lloyd. C'est là un fait qui frappe l'imagination et qui produit l'illusion de la puissance de la flotte allemande. On oublie qu'à côté de ces deux entreprises géantes il n'existe que trois autres sociétés allemandes de plus de 100 000 g. t., tandis qu'on compte plus de 25 compagnies anglaises dépassant ce total.

En second lieu, les Allemands font une concurrence acharnée aux Anglais, mais il ne s'ensuit pas qu'ils soient victorieux. Depuis 1897 les steamers du Norddeutscher Lloyd détenaient le record de la vitesse pour la traversée de l'Atlantique. Tout le monde sait que depuis deux ans la Cunard Line a reconquis la place qu'elle occupait précédemment et de façon si décisive que ni l'Hamburg Amerika ni le Norddeutscher Lloyd ne songent même à reprendre la lutte.

D'ailleurs, si certaines lignes anglaises souffrent de la

concurrence allemande, d'autres comme la P. & O. traversent allègrement toutes les crises, telles que celle qui sévit actuellement, et distribuent régulièrement des dividendes qui feraient rêver les actionnaires de la compagnie brêmoise. Cette prospérité s'explique. Tandis que le Norddeutscher Lloyd inaugure de nouvelles lignes, remplace tous ses anciens navires par de nouveaux et augmente sa flotte dans d'énormes proportions, arrivant ainsi à dépasser de moitié le tonnage de la P. & O., cette vieille et solide compagnie gère sagement ses affaires ; elle ne s'emballe pas mais double néanmoins sa flotte dans les quinze dernières années, maintenant ainsi solidement sa position prépondérante dans le trafic d'Extrême-Orient. Résultat : en 1908, le Norddeutscher Lloyd, loin de pouvoir payer comme sa rivale un dividende, est forcé de consacrer toutes ses réserves à équilibrer son compte de profits et pertes.

Combien de gens parlent d'Anvers comme d'un port allemand, parce qu'ils ont vu les superbes steamers du Norddeutscher Lloyd amarrés le long des quais ! Mais ils ignorent que 50 % du tonnage d'Anvers est anglais et 25 % seulement allemand, qu'à Rotterdam également les Anglais ont un tonnage double de celui des Allemands, et qu'à Hambourg enfin, l'Angleterre prend encore 25 % du tonnage global.

Sans vouloir entrer dans les détails de cette question très vaste, il est permis de dire qu'actuellement encore l'Angleterre a, sinon un monopole exclusif, du moins une prépondérance incontestable sur le domaine des mers, prépondérance que l'Allemagne a essayé et essaye encore de lui enlever sur certains points et dans certains domaines, sans être jamais arrivée à autre chose qu'à une défaite ou un partage.

H. Mansion.

L'HYPNOTISME

ESQUISSE D'UNE THÉORIE NOUVELLE

I

LA DÉFINITION

SOMMAIRE :

1. *Formule de la définition :* Les faits à définir. — Les définitions proposées jusqu'à ce jour ; pourquoi les rejeter ? — Notre définition ramène l'hypnose à un fait saillant et à une loi générale. — Sa formule.
2. *Premier élément de la définition, par où l'hypnose se distingue de tous les autres phénomènes à l'exception du sommeil :* C'est un *état*, et par là elle se distingue des « absences » rapides ; — un état de *conscience*, et par là elle se distingue des phénomènes inconscients ; — un état *second*, et par là elle se distingue de la vie normale et de la folie.
3. *Analogies du sommeil et de l'hypnose :* La suggestion et ses caractères. — Explication des anomalies. — La mémoire alternante.
4. *Le second élément de la définition, par où l'hypnose se distingue du sommeil :* Dans l'hypnose, on pense comme à l'état de rêve, mais on agit comme à l'état de veille. — Interprétation des cas douteux. — Justification des termes : « hypnotisme » ou « hypnose » et « somnambulisme ».

1. *Formule de la définition.* — Les faits principaux de l'hypnotisme sont connus (1). De leur enchevêtrement en apparence inextricable nous voudrions dégager

(1) Nous croyons inutile de les rappeler ici : nous ne pourrions que refaire un travail que tant d'autres ont déjà fait avec plus de compétence. On trouverait, par exemple, un résumé très complet et très méthodique dans *L'hypnotisme et la suggestion* du Dr Grasset, Paris, Doin, 1904.

ceux qui sont essentiels. En d'autres termes, nous voudrions trouver sa définition — non pas une définition de mot, propre seulement à grouper des expériences — mais une définition de chose qui en serait la conclusion et en contiendrait la théorie.

Et si c'est dire l'intérêt, c'est avouer aussi l'immense difficulté de notre tâche.

Mais, si c'est aux professionnels de multiplier les expériences et de vérifier les faits, c'est peut-être aux philosophes de travailler sur les données fournies par les professionnels et d'en chercher l'explication.

Il y a lieu d'abord de préciser les données que nous retenons dans cette étude ; en d'autres termes, de bien circonscrire les faits à définir.

Nous n'avons en vue que l'*hypnotisme franc* (1), l'hypnotisme sans rien d'autre, réduit à lui-même, dépouillé de tous les phénomènes naturels ou extranaturels qui pourraient s'y mélanger à l'occasion. C'est dire que, si nous devons faire état des faits que tout le monde s'accorde à déclarer hypnotiques, nous écartons les faits de spiritisme ou même de magnétisme, ceux-ci du moins pour autant qu'ils peuvent se distinguer de l'hypnotisme proprement dit (2).

(1) C'est une expression due au P. Coconnier, et qui sert de titre à son ouvrage édité chez Perrin, Paris, 1898.

(2) On peut voir dans le Dr Grasset (*L'Occultisme, hier et aujourd'hui*, Montpellier, Coulet, 1908, IIIe partie), combien le spiritisme est encore loin d'être « désocculté » par la science. La littérature spirite est extrêmement abondante, à notre époque. C'est une loi de l'histoire que la superstition pullule quand la foi s'affaiblit. (Voyez notre volume *Païens*, Paris-Lyon, Vitte, nouvelle édition, 1904, VIe et VIIe Confér. : « La rançon de l'incroyance », et note XXI : « Les forces occultes ».) Mais, en général, les auteurs spirites manquent, à un degré rare, de critique dans les faits et de logique dans les déductions, et l'on s'explique l'hésitation des savants à prendre au sérieux leurs témoignages ; d'autant plus que, si les interventions préternaturelles sont toujours difficiles à établir, il a été facile de mettre à découvert de nombreuses interventions... humaines dues à la fraude, consciente ou inconsciente, des *médiums*. En somme, les faits authentiques sont rares ; mais il ne paraît pas possible vraiment de les nier tous. (Voyez la discussion du Dr Lapponi, *L'hypnotisme et le spiritisme*, trad. franç., Paris, Perrin, 1907,

Mais nous n'avons pas à distinguer entre l'*hypnotisme* et le *somnambulisme*, puisque — si l'on s'en rapporte au sens habituel donné à ces deux mots quand on ne les confond pas — les phénomènes qu'ils désignent ne diffèrent l'un de l'autre que par leur mode d'apparition, l'hypnotisme n'étant que le somnambulisme provoqué, et le somnambulisme n'étant que l'hypnotisme spontané (1). Or, le mode de leur apparition, au moins pour le moment, ne nous intéresse pas : nous avons à dire, non pas leur genèse, mais leur essence ;

ch. VI, et le BULLETIN DE L'INSTITUT GÉNÉRAL DE PSYCHOLOGIE, nov.-déc. 1908, à propos des séances d'Eusapia Palladino.) Parmi ceux qui sont authentiques, les uns, peut-être, seront « désoccultés » un jour ; mais les autres, divinations, apports, matérialisation, etc. ? M. Grasset, restant en face des faits, se contente de dire que leur « désoccultation », « *si elle est possible*, paraît, en tous cas, lointaine ». M. Lapponi, raisonnant sur les faits, déclare que « nous sommes obligés d'y voir des manifestations d'ordre préternaturel ». — Dans l'un comme dans l'autre cas, « l'hypnotisme franc » n'a rien à y voir...

Quant au magnétisme, il a eu des fortunes diverses : mis en vogue par Mesmer, il reçut un très mauvais accueil de l'Académie de Médecine, qui, après une série d'interventions répétées pendant soixante ans, jugeant la question épuisée, décida (1er août 1840) qu'elle ne répondrait plus aux communications sur ce sujet, pas plus que l'Académie des Sciences ne répondait aux communications relatives à la quadrature du cercle. « Deux ans après, Braid va faire entrer [la question] dans la science positive (Grasset, *ouvr. cité*, p. 28). » Mais l'hypnotisme se substitue au magnétisme, et bientôt semble l'avoir « rayé du rôle ». Or, voici qu'il se représente à nouveau devant l'opinion, en se donnant comme appuyé sur des faits authentiques. (Voyez, par exemple, E. Boirac, *La psychologie inconnue*, Paris, Alcan, 1908). = Que l'homme possède le pouvoir d'exercer sur les autres une action analogue à celle de l'aimant (en latin, *magnes*) ; en d'autres termes, que la force nerveuse mise en mouvement par ses idées et ses vouloirs ne s'enferme pas tout entière dans le conduit nerveux, pas plus que l'électricité ne se cantonne dans le fil conducteur ; mais qu'elle puisse s'extravaser, pour ainsi dire, et influencer, à travers une certaine distance, un autre système nerveux, comme l'aimant ou l'électricité influence un autre circuit métallique, « par induction », il n'y a rien, là, qu'on puisse déclarer impossible. C'est aux faits de répondre ; mais la plupart des faits allégués posent, s'ils sont authentiques, une question différente de celle de l'hypnotisme et nous n'avons pas à nous en préoccuper ici.

(1) Si cependant l'on conteste l'identité foncière des deux phénomènes, nous en serons quittes pour répondre que notre intention est d'envelopper, dans cette étude, les faits que tout le monde s'accorde à étiqueter sous cette double formule : « hypnotisme ou somnambulisme » — et ceux-là seulement. Ayant ainsi délimité les faits et d'ailleurs déjà défini les termes, nous sommes en règle avec la logique.

non pas les procédés par lesquels on les obtient, mais les éléments qui les constituent. Et puisque, en dehors de leur origine, l'usage identifie pour le fond ces deux mots — hypnotisme et somnambulisme — peu nous importent les mots : sous les mots, il s'agit de voir la chose, de constater quels phénomènes ils désignent, quels sont du moins les plus importants, les plus constants, les plus clairs, ceux que tout le monde s'accorde à y reconnaître ; et, en face de ces phénomènes, il faut voir quels en sont les éléments essentiels et caractéristiques ; il faut nous demander : En somme et au fond, qu'est-ce que c'est ? — La réponse à cette question sera la définition même que nous avons à formuler.

Naturellement, cette question, d'autres l'ont posée avant nous, et, pour trouver la réponse, les tentatives n'ont pas manqué jusqu'à ce jour. Il semble même qu'on ait épuisé toutes les hypothèses possibles. On a cru d'abord devoir rapporter l'hypnotisme à un état organique spécial, qu'on s'est efforcé en vain de préciser (1). Actuellement, on est à peu près unanime à le considérer comme un phénomène essentiellement psychologique ; mais les divergences apparaissent dès qu'il s'agit d'en indiquer le caractère distinctif.

Tantôt on a cru le voir dans une certaine forme de l'attention ; mais tandis que les uns, comme Carpenter, parlent d'une attention distraite ; les autres, comme Stanley-Hall, parlent d'une attention surexcitée, d'une « crampe de l'attention » (2). Tantôt on le rattache à la mémoire : « 1° Oubli complet, pendant l'état de veille normale, de tout ce qui s'est passé pendant le somnambulisme ; 2° souvenir complet, pendant un somnambu-

(1) Le Dr Bérillon, tout récemment, dans la Revue de l'Hypnotisme, mai 1909, p. 333, suppose un centre du réveil et nous dit : « L'hypnotisme ne serait donc pas autre chose que l'inhibition du centre du réveil. » Malgré l'autorité de son auteur, cette explication a peu de chance de faire fortune.

(2) Voir Gurney, *Problems of hypnotism*, II, p. 266.

lisme nouveau, de ce qui s'est passé pendant le somnambulisme précédent », voilà nous dit Pierre Janet (1), après J. Braid, « le signe caractéristique de l'état somnambulique ». Tantôt on le demande à un état particulier de l'activité vitale ou de la volonté : « Le trait caractéristique du somnambulisme, déclare Lapponi (2), est l'exaltation de la force musculaire et de l'acuité des sens spécifiques. » Pour Bernheim et son école, « tout est dans la suggestion » et dans une diminution de la maîtrise de soi-même ; « l'état hypnotique n'est autre chose qu'un état de suggestibilité exaltée » (3). Cette dernière opinion semble rallier beaucoup de suffrages parmi les plus honorables ; Grasset, par exemple, la fait sienne (4) et, au moins pour le fond, J. Babinski, l'un des représentants de l'École de la Salpétrière (5).

Mais les faits semblent déjouer malicieusement toutes les théories. Sans nous attarder à la critique de ces diverses définitions, il suffit de constater que chacun des phénomènes donnés comme essentiels et caractéristiques de l'hypnotisme, peut lui faire défaut et peut se rencontrer d'ailleurs dans d'autres états psychologiques. Il y a des sujets plus suggestibles à l'état de veille qu'à l'état d'hypnose (6) ; le phénomène de l'oubli

(1) *Automatisme psychologique*, Paris, Alcan, 3e édition, 1899, p. 73.

(2) *L'hypnotisme et le spiritisme*, édit. franç., Paris, Librairie académique Perrin, 1907, p. 89.

(3) *Hypnotisme, suggestion, psychothérapie*, Paris, Doin, 1891, pp. 500, 76, 77, etc. La même définition est souvent répétée dans tous ses ouvrages.

(4) *L'Occultisme, hier et aujourd'hui*, Montpellier, Coulet, 1908, p. 86 : « Le seul caractère constant, spécifique de l'hypnose est l'état de suggestibilité. » Voir aussi, du même auteur, *Le psychisme inférieur*, Paris, Chevalier et Rivière 1904, p. 63 ; et *L'hypnotisme et la suggestion*, Paris, Doin, 1904, ch. II.

(5) *Ma conception de l'hystérie et de l'hypnotisme*, Chartres, Imprimerie Durand, 1906, pp. 26 et suiv. : « Voici comment je définis l'hypnotisme : L'hypnotisme est un état psychique rendant le sujet qui s'y trouve susceptible de subir la suggestion d'autrui. Il se manifeste pas des phénomènes que la suggestion fait naître, que la suggestion fait disparaître, et qui sont identiques aux accidents hystériques. »

(6) Nous sommes très convaincu que la suggestion joue un rôle considé-

au réveil se présente dans le sommeil normal et peut faire défaut dans le sommeil hypnotique, les partisans d'une distraction ou d'une concentration de la pensée se réfutent les uns par les autres, et le Dr Lapponi se réfute lui-même dans une note en disant qu'au lieu de l'acuité des sens spécifiques, « on observe parfois une abolition quasi complète de l'activité des organes sensoriels » (1).

Ainsi, quelle que soit la formule imaginée, les faits s'insurgent et montrent qu'elle n'est pas nécessaire ni suffisante, qu'elle ne convient pas toujours à l'hypnotisme et qu'elle le déborde, *non convenit soli et toti definito*. Elle n'en exprime donc pas le caractère essentiel — puisqu'il peut lui faire défaut — et distinctif — puisqu'il peut se rencontrer ailleurs. Ce n'en est pas la *définition*.

Où les maîtres ont échoué, pouvons-nous espérer de réussir ? Nous pouvons l'essayer du moins ; c'est un proverbe que l'audace attire parfois la fortune.

Cette audace d'ailleurs ne va pas jusqu'à nous rassurer complètement. La question est si délicate, si complexe, elle plonge encore dans tant d'obscurités qu'on ne peut guère se flatter d'avoir tout saisi de ce qui est connu et tout deviné de ce qui reste obscur. Ce qui nous encourage quelque peu, c'est que notre théorie ramène l'hypnotisme à un fait saillant et à une loi générale.

Cette loi, la plus certaine, croyons-nous, de toute la psychologie expérimentale, c'est que l'idée incline à l'acte ; et ce fait, le plus saillant, nous semble-t-il, de toutes les manifestations hypnotiques, celui qui a sauté

rable dans la genèse et dans l'évolution de l'état hypnotique, et nous aurons l'occasion d'y insister ; mais il s'agit maintenant, nous le rappelons, des caractères qui le constituent.

(1) *Ouvr. cité*, même page.

aux yeux des premiers observateurs, c'est que l'hypnose est une sorte de sommeil.

Sans doute, d'autres phénomènes n'ont pas tardé à se produire qui ont compliqué cette impression du début. L'hypnotisé présente bien souvent des allures très différentes de l'homme endormi, et on ne peut maintenir la comparaison de l'hypnose avec le sommeil qu'à la condition de prendre les deux termes au point de vue psychologique. Mais c'est précisément le point de vue auquel, de plus en plus, on se place, pour une double raison dont la première est que la psychologie a une part très importante dans le sommeil et assurément prépondérante dans l'hypnose, et dont la seconde est que, si nous restons convaincus que l'organisme a son rôle dans ces deux catégories de phénomènes, nous ignorons en quoi ce rôle consiste.

« Anémie du cerveau », disent les uns, pour expliquer le sommeil ; « congestion, hyperémie », disent les autres. Et il en va de même de toutes les théories qu'on essaye à cet égard ou des expériences sur lesquelles on croit les appuyer : il se trouve toujours quelqu'un pour montrer à leur auteur que les faits sont contre la théorie, et que les expériences ont été mal conduites ou mal interprétées (1).

Les conditions physiologiques de l'hypnose restent plus mystérieuses encore. Ce qu'on avait trouvé de plus clair, c'était de les identifier avec celles de l'hystérie ; mais, sans discuter le bien-fondé de cette substitution, il suffit de dire que nul ne sait encore le rôle de l'organisme dans l'hystérie ; les discussions des récents congrès des neurologistes d'Amsterdam (sep-

(1) On peut voir une critique des principales théories chez Claparède, *Esquisse d'une théorie biologique du sommeil*, Genève, H. Kündig, 1905, pp. 250 et suiv. — Cf. le compte rendu critique de Vaschide, dans REVUE DE PSYCHIATRIE, avril 1907. « Il n'existe pas de théorie physiologique du sommeil », dit Vaschide, p. 134. C'est « un problème casse-tête », dit Claparède, *ouvr. cité*, p. 246.

tembre 1907) ou de Genève (août 1907) et celles de la *Société de Neurologie* de Paris, en ces derniers temps, l'ont montré avec une belle évidence (1). Les fameux « stigmates » sont eux-mêmes complètement démodés (2).

Par logique et par nécessité, c'est donc au point de vue psychologique surtout qu'il faut envisager le sommeil et l'hypnose, quitte à nous demander ensuite ce que le rôle de l'organisme, certain en fait mais inconnu dans son mode, peut laisser planer d'obscur ou d'insuffisant sur certaines explications.

Or, de ce point de vue psychologique, on doit maintenir que l'hypnose se présente comme une sorte de sommeil.

Dire, à ce point de vue, en quoi consiste le sommeil, et en quoi le sommeil hypnotique se distingue de l'autre, ce serait donc, nous semble-t-il, donner de l'hypnotisme la meilleure définition qu'il comporte pour le moment.

Eh bien, nous croyons que le sommeil, tout sommeil,

(1) L'accord ne tend à se faire que sur un point, c'est que précisément les caractères de l'hystérie doivent être recherchés dans un état psychologique et non organique. Schnyder, par exemple, pour citer un des orateurs de Genève, insiste sur cette méthode avec beaucoup de force : « Le temps paraît bien éloigné où les états psychiques... pourront être expliqués anatomiquement et physiologiquement... Les nombreux auteurs qui ont entrepris l'étude des manifestations hystériques ont cherché à ramener ces dernières à des causes psychiques, et, d'une manière générale, on peut dire que leurs efforts ont été couronnés de succès » (*Définition et nature de l'hystérie*, Genève, Société générale d'imprimerie, 1907, pp. 3 et 36. Cf. pp. 2, 4, 12, etc. Voyez aussi Claude, *Nature et définition de l'hystérie*, Genève, 1907 ; — J. Babinski, *Quelques remarques sur l'article de M. Sollier intitulé : La définition et la nature de l'hystérie*, Clermont (Oise), Imprimerie Daix, 1907 ; — du même auteur, *Ma conception sur l'hystérie*, Chartres, Imprimerie Durand, 1906 ; — Ed. Claparède, *Quelques mots sur la définition de l'hystérie*, Genève, Kündig, 1907 ; — L. Boule, *Hystérie et religion*, Extrait de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, octobre 1907 ; REVUE DE PSYCHIATRIE, décembre 1907.

(2) « D'après MM. Babinski, Ballet, Brissaud, Dupré, Souques, les prétendus stigmates de l'hystérie ne sont que le résultat d'une suggestion inconsciente, le plus souvent d'origine médicale... Ce signe est donc loin d'avoir la valeur diagnostique qu'on lui avait attribuée. Là-dessus, *l'entente est générale* », dans les discussions de la Société neurologique de Paris (LA PRESSE MÉDICALE, 4 août 1908, article de M. Henri Meige).

est constitué, au point de vue psychologique, par un état second de conscience, et que le sommeil hypnotique se distingue en ceci qu'il reste *entièrement* soumis à l'influence des idées sur les actes, tandis que le sommeil normal y échappe *toujours* dans une très large mesure.

Un état second de conscience dans lequel le sujet reste soumis à la loi générale de l'influence des idées sur les actes : telle est donc, selon nous, la définition de l'hypnose.

Par le second élément, elle se distingue du sommeil normal ; et, par le premier, elle se distingue de tous les autres phénomènes. Partout où il y a hypnose, ces deux éléments se rencontrent ; et réciproquement, partout où ils se rencontrent, il y a hypnose. La définition est donc adéquate, puisqu'elle convient *toujours et uniquement* à la chose définie, *toti et soli definito.* C'est ce qu'il faut établir.

2. *Comment l'hypnose se distingue des autres phénomènes psychologiques, sauf le sommeil.* — L'hypnose est d'abord, disons-nous, un état second de conscience.

C'est un *état*, c'est-à-dire une manière d'être qui présente une certaine durée, et qui, par là, se distingue de ces distractions fugaces qui semblent nous dissocier de notre moi normal et qu'on appelle des « absences ». Mais, précisément parce qu'elle ne s'en distingue que par la durée, elle s'en rapproche par le fond, et il ne faut pas s'en étonner : le phénomène hypnotique est le résultat de tant d'activités diverses, de tant d'actions et de réactions combinées selon la variété des circonstances, qu'il se présente nécessairement, dans la réalité concrète, avec une infinité de nuances pouvant rejoindre, dans toutes les directions, par degrés insensibles, les autres manières d'être, normales ou anor-

males, de la vie psychologique. De même que, dans sa moindre durée, il se rapproche des « absences », nous verrons que, par sa durée extrême, il se rapprocherait de la folie.

C'est un état de *conscience* : « le sujet est conscient, il l'est à toutes les périodes, à tous les degrés de l'hypnose. Il entend ce que je dis, son attention peut être dirigée sur tous les objets du monde extérieur (1). » Par là, le phénomène se distingue du « haut mal » et du « petit mal », de l'apoplexie, de la léthargie, de l'évanouissement profond, etc., où la conscience doit être abolie, car non seulement nul indice ne la révèle et nul souvenir n'en demeure, mais encore nulle sensation ne se traduit en actes appropriés ; or, nous savons que toute sensation tendrait à provoquer l'acte correspondant. La catalepsie, au contraire, n'est pas exclue mais inclue par ce terme de notre définition ; car, même à son degré le plus profond, elle vide la conscience de son contenu précédent plutôt qu'elle n'abolit son activité (2) ; elle est donc un état et non une absence ; une manière d'être, une diminution et non une suppression de la conscience, comme le prouvent les suggestions que le cataleptique peut recevoir et les mouvements appropriés par lesquels il peut leur répondre. C'est la conscience diminuée aussi loin que possible, mais c'est encore la conscience, et, par ce côté comme par les autres, la catalepsie reste comprise dans notre définition.

Enfin l'hypnose est un état *second* de conscience ; et par là, en même temps qu'elle se distingue de la vie normale, elle se caractérise comme un phénomène secondaire de l'activité psychologique : quelle que soit

(1) Bernheim, *ouvr. cité*, p. 100.
(2) C'est l'analogue du sommeil profond sans rêves, s'il existe.

sa durée, elle ne représente qu'une période accidentelle dans l'existence du sujet.

En effet, avec Azam et la plupart des auteurs, nous entendons précisément par un état *second* de conscience celui qui se distingue de l'état habituel. Il est donc, par le fait même, anormal, non seulement opposé à la manière d'être des consciences normales, mais encore à la manière d'être ordinaire du sujet. Et, dans le sujet, cette opposition doit se produire, non pas par l'évolution lente des idées, comme il arrive que la conscience de l'homme fait s'oppose à celle de l'enfant; non pas par la concentration de la conscience sur un point, comme il arrive dans l'idée fixe, ou dans le travail absorbant, ou dans l'extase ; mais par scission suffisamment brusque et sans soudure. L'état nouveau de conscience n'est pas issu du précédent et n'a pas de contact immédiat avec lui. Il lui est substitué. Ce sont d'autres sensations, d'autres pensées, d'autres inclinations, d'autres tendances ressenties, ou, du moins, si quelques-unes, considérées isolément, paraissent identiques, elles prennent une autre allure et se mêlent à des combinaisons nouvelles qui en transforment la valeur psychologique.

Ces phénomènes nouveaux peuvent évoluer sans se coordonner entre eux, sans « s'organiser », au hasard des impressions et des forces automatiques, ainsi que des images que fouette le vent ; mais en général ils « s'organisent » autour d'une idée dominante, formant un tout cohérent et donnant au sujet la conscience du moi (1).

(1) Il s'agit, et toutes nos descriptions le montrent bien, du moi *expérimental*, tel qu'il est représenté dans la conscience du sujet. Le moi substantiel demeure insécable, constitué par tel esprit uni à telle matière. Dans le composé qui en résulte, la vie physique évolue sans discontinuité, toujours soudée au passé et à l'avenir ; c'est la vie mentale qui se désagrège. Si cela peut avoir, pour la valeur proprement humaine de l'individu, une importance que nous discuterons plus tard, cela ne touche point à sa valeur philoso-

Il arrive — quoique rarement — que d'autres moi sont possibles en dehors, et plus ou moins distincts, du moi normal et du moi second. Il paraît qu'on a pu en constater jusqu'à neuf ou dix (1). Rien n'empêche de les numéroter de 1 à 10 ; mais l'on peut conventionnellement appeler état *second* tout état de conscience qui, par une scission suffisamment brusque, se constitue en dehors de l'état *premier* ou état habituel.

Ainsi compris, il ne se distingue pas seulement de la vie normale, mais de la folie, au moins quand elle est chronique, puisqu'elle constitue ainsi un état habituel. S'il s'agit au contraire d'accès transitoires, on ne voit pas en quoi ils diffèrent des états seconds ; mais par quoi d'essentiel diffèrent-ils alors de l'hypnotisme ? Il faudrait en dire autant de la rêverie, pour le cas où elle irait jusqu'à perdre tout contact avec le moi normal.

Quant à l'émotion, si elle trouble l'état habituel de la conscience, si elle tend à la désagréger, elle ne va pas jusqu'au bout, jusqu'à la scission complète, sauf quand elle amène la catalepsie. Mais alors, en même temps que l'état second, c'est l'hypnotisme qui apparaît.

En somme, quels que soient les phénomènes avec lesquels on la confronte, cette formule : « un état second de conscience », nous semble opérer un juste départ, enveloppant tout ce qui est clairement connu comme appartenant à l'hypnotisme, et, par l'un ou l'autre de ses trois termes, excluant tout ce qui n'est pas lui — à l'exception du sommeil normal.

phique ni aux actions et réactions des forces fatales qui s'accomplissent, selon leurs lois habituelles, sous la direction de la vie.

On voit assez également, par nos explications, que nous prenons le mot *conscience* dans son acception la plus large, telle que nous l'avons définie dans *Le Gouvernement de soi-même*, I, Paris, Perrin, 1906, p. 26. D'autres auteurs réservent ce mot à la catégorie supérieure, à celle qui fait le sujet maître de lui et responsable. C'est leur droit ; mais c'est aussi le nôtre de voir une certaine conscience dans tout phénomène conscient.

(1) Cf. P. Janet, *Les Névroses*. Paris, Flammarion, 1909, p. 264.

Mais nous avons compté sur cette exception, puisque nous avons dit que, par ce point, le sommeil normal et l'hypnose se confondent ; puisque nous avons regardé l'état second de conscience comme un genre de phénomènes dont le sommeil normal et l'hypnose sont deux espèces distinctes. Et avant de marquer la distinction des espèces, il nous semble utile d'insister sur leur identité générique.

3. *Analogies du sommeil et de l'hypnose.* — La conscience en état d'hypnose se comporte essentiellement comme en état de rêve. La seule différence vient de ce que, dans le premier cas, elle peut être dirigée par un hypnotiseur ; tandis que, dans le second, elle ne relève que des associations d'idées et des forces automatiques. En d'autres termes, dans le premier cas, elle évolue généralement sous l'influence d'une suggestion étrangère ; et, dans l'autre, sous l'influence de l'autosuggestion. Mais ce sont là différences accessoires ou du moins extrinsèques et qui n'atteignent pas le fond du phénomène.

Dans un cas comme dans l'autre, l'idée suggérée se comporte d'après les mêmes lois, et, habituellement, elle s'impose parce qu'elle n'est pas contredite. La conscience normale formait un ensemble lié, solidement organisé, de sensations, de pensées, de principes, de souvenirs ; toute idée nouvelle, pour se faire accepter, devait présenter ses titres, montrer son accord possible avec les faits acquis, sous peine d'être immédiatement rejetée comme une illusion. Mais cette conscience s'est dissoute ; celle qui la remplace est vide encore peut-être et appartient alors à la première idée occupante, qui va s'y installer sans encombre et y évoluer à sa guise ; ou bien, si c'est une conscience déjà organisée, elle est faite d'un bloc de hasard, qui n'entraîne avec lui qu'une partie des faits enregistrés

à l'état de veille : souvent d'ailleurs, il est maintenu, par l'occlusion plus ou moins complète des sens, à l'écart des faits du dehors. De la sorte, le contrôle personnel n'est guère possible et la suggestion, qu'elle vienne de l'hypnotiseur ou du sujet, s'imposera, ne rencontrant pas d'opposition, et se développera par associations spontanées, conformément à la loi générale que nous avons exposée ailleurs (1).

Ainsi, dans le sommeil comme dans l'hypnose, les idées les plus bizarres sont acceptées sans discussion. Au gré de la suggestion présente, les objets et les personnes de l'entourage disparaissent ; d'autres nous apparaissent qui sont à mille lieues, nous conversons avec les absents ou avec les morts, nous changeons de situation, d'âge, d'histoire, de nature même ; nous assistons à toutes les métamorphoses d'êtres vivants ou inanimés, nous enregistrons les faits les plus invraisemblables, les plus inouïs, les plus démesurément absurdes sans une hésitation, sans que, pour l'ordinaire, la pensée même d'un doute nous effleure. « On peut dire du sommeil [comme de l'hypnose] : c'est un état dans lequel on croit que c'est arrivé (2). »

La suggestion s'inscrit dans les nerfs en même temps qu'elle s'installe dans la conscience ; et c'était à prévoir, puisque nous savons que toute idée a son reflet dans le cerveau (3). L'hypnotisé à qui on suggère qu'il y a une croix rouge sur le mur, verra ensuite, spontanément, une croix bleue-verdâtre sur le plancher, c'est-à-dire la couleur complémentaire, comme si les nerfs avaient été impressionnés par une vision réelle. Si, en lui appliquant un coupe-papier sur le bras, on lui suggère que c'est un fer chaud, il sent la brûlure ; si au contraire on lui suggère que le bras est insen-

(1) *Le Gouvernement de soi-même*, 1er principe.
(2) Bernheim, *ouvr. cité*, p. 27.
(3) *Le Gouvernement de soi-même*, pp. 82-84 de la 14e édit.

sible, on peut le brûler sans que les nerfs transmettent aucune sensation à la conscience. On a pu pratiquer de la sorte des opérations chirurgicales (1).

Dans le sommeil normal, l'expérience des couleurs complémentaires est impossible à vérifier (2) ; mais les autres faits, qui sont en somme de même nature, s'y rencontrent facilement. « Prévost de Genève a cité l'exemple d'une personne à laquelle il brûla pendant le sommeil un callus au pied, sans qu'elle s'en aperçût (3). » Il est probable que cette sensation, se trouvant en opposition complète avec l'organisation de son rêve, n'avait pas pénétré à titre de fait personnel dans sa conscience. Sans avoir, en général, le sommeil aussi décidé, nous-mêmes nous subissons tous, en dormant, mille influences extérieures de température, de bruit ou de contact qui ne passeraient pas inaperçues à l'état de veille, mais qui nous laissent alors complètement insensibles.

En même temps que des sensations supprimées, le sommeil normal peut nous présenter aussi, comme l'autre, des sensations provoquées. Il nous souvient au moment où nous écrivons ces lignes, d'un rêve que nous avons fait la nuit dernière : Nous avions été laissé par le tramway sur une route détrempée de boue. Nous sentions vivement l'impression du froid aux pieds et nous pensions avec amertume au temps que ce rhume inévitable allait nous faire perdre, quand, nous étant éveillé, nous avons reconnu que cette sensa-

(1) « L'objet imaginaire... est perçu dans les mêmes conditions que s'il était réel. » Voyez une abondante discussion dans Binet et Féré, *Le magnétisme animal*, BIBLIOTH. SCIENT. INTERNAT., 1887, et dans Grasset, *Hypnot. et suggest.*, chap. V.

(2) Je trouve cependant un témoignage de Gruithuisen (cité par Grasset, *Hypnotisme et suggestion*, p. 207), à propos de ses rêves : « Après avoir rêvé du spath-fluor violet sur des charbons ardents, on apercevait une tache jaune sur un fond bleu. »

(3) Maury, *Le sommeil et les rêves*, Paris, Didier, 4e édit., 1878.

tion n'avait aucune base objective. L'idée de la route humide avait évolué et, si elle n'avait pu modifier l'état des extrémités (1), elle avait impressionné du moins les centres sensoriels et provoqué une sensation d'humidité et de froid localisée, avec toute la logique voulue, dans les pieds, tout comme la suggestion localisait dans le bras hypnotisé la sensation de la brûlure.

Il arrive même, en général, que non seulement les suggestions et les rêves s'imposent à la conscience et s'inscrivent dans les nerfs, mais encore que tout ce qui entre, de fait, dans la conscience, y prend une importance démesurée. Ce phénomène relève encore des mêmes explications : de la loi de l'évolution des idées dans la conscience, et du fait de l'état second qui abolit plus ou moins le contrôle. Partout où, pour une cause quelconque, ce contrôle des idées préexistantes fait plus ou moins défaut, on peut constater ce résultat. Les exagérations des hystériques sont légendaires. On les retrouverait aussi, quoique atténuées, chez les étroits

(1) Dans l'hypnose, il est vrai, on a pu produire, par suggestion, un abaissement réel de la température (d'après Marès et Hellich, cités par Grasset, *Hypnotisme et suggestion*, p. 288), ou même, d'une façon générale, faire contracter les muscles lisses (ceux qui, à l'état normal, ne dépendent pas de la volonté) et ainsi modifier les tissus — par exemple, provoquer des ulcérations, des hémorragies, etc... Mais le fait est beaucoup plus rare qu'on ne l'avait cru d'abord, au moins pour les modifications notables : « M. Brissaud a déclaré (à la Société de Neurologie de Paris) qu'il était de plus en plus convaincu de l'inexistence des œdèmes et des ulcérations hystériques. Dans presque tous les exemples observés depuis quelques années, la supercherie a été découverte » (H. Meige, dans la PRESSE MÉDICALE, 4 août 1908 ; voyez aussi J. Babinski, *Quelques remarques*, etc. ; Bernheim, *De la suggestion et de ses applications à la thérapeutique*, 3me édition, 1891, p. 114 ; Grasset, *Hypnotisme et suggestion*, pp. 271-291). En somme, ces faits, quand ils existent, ne se développent « que chez des sujets exceptionnels, tout particulièrement suggestibles, et *surtout* chez les sujets *qui ont spontanément* des troubles trophiques cutanés ou circulatoires intenses » (Grasset, p. 291). Il faut donc, d'une part, que l'organisme soit déjà très rapproché du but, et, d'autre part, que la suggestion acquière une force exceptionnelle ; il n'est pas étonnant que le rêve de l'homme normal, privé de cette double condition, ne réalise pas ces résultats. Mais, on le voit, c'est une question de degré et non pas de nature.

d'esprit, chez les enfants, chez les malheureux ou les malades absorbés dans la contemplation de leurs misères. Il faut s'attendre à les voir dans les hypnotisés ; la suggestion d'une limace sur le plancher pourra provoquer chez eux, en certains cas, une horreur inexprimable, et un verre d'eau pure ou une potion amère qu'on leur présentera comme de l'eau sucrée pourra leur causer d'invraisemblables délices. De même dans le sommeil, un dormeur dont on chatouille les lèvres et le bout du nez avec une plume, rêve « qu'on le soumet à un horrible supplice, qu'un masque de poix lui est appliqué sur la figure, puis qu'on l'en arrache brusquement, ce qui lui déchire la peau des lèvres, du nez et du visage » (1). Un autre, baigné de sueur, s'imagine nager en pleine mer (2). Bref ! tout s'agrandit ; la piqûre d'un insecte devient un coup d'épée, et le bruit d'une porte sonne comme un coup de canon.

Mais nous avons eu le soin de dire que tous ces phénomènes se produisent *en général*. Les mêmes causes peuvent, dans des conditions différentes, produire des effets différents. Or, comme nous l'avons déjà laissé entendre, les habitudes de la vie normale peuvent être enregistrées assez profondément dans les centres nerveux pour s'y transformer en forces automatiques capables d'agir sans aucun secours de l'attention. Par ailleurs, le nouvel état de conscience peut être plus ou moins étendu, plus ou moins cohérent, plus ou moins organisé selon les circonstances et selon la durée ou la répétition des mêmes phénomènes. Quoi qu'il en soit, toute idée qui heurtera, sans être assez forte pour les dominer ou les détruire, ces forces automatiques ou cette conscience nouvelle, sera contredite et repoussée. Voilà pourquoi, même dans le sommeil, on résiste habituellement aux tentations qui attaquent les vertus

(1) Maury, *ouvr. cité*.
(2) Tissié, *Les rêves*, 2e édit., 1898, p. 6.

pratiquées avec le plus de persévérance ; et, même dans l'hypnose, certaines suggestions ne prennent pas (1). Elles prennent d'autant moins que la personnalité seconde est plus accentuée et présente plus de cohésion. Voilà pourquoi les grands malades de la clinique de P. Janet qui, pour la plupart, ne sont que des ruines psychologiques à l'état normal, par suite des sens oblitérés ou perdus, et qui, en état d'hypnose, recouvrant plus ou moins l'usage de leur sensibilité, présentent alors une personnalité plus accusée et plus complète, sont d'autant moins suggestibles que leur hypnotisme est plus profond (2). Mais en somme, étant donné l'état second de conscience, on voit que tous ces phénomènes s'expliquent, pour l'hypnose comme pour le sommeil, par la seule loi du développement des idées.

L'explication est plus facile encore pour cet autre phénomène, à première vue si bizarre, de la mémoire alternante dans l'hypnose. Le sujet, en revenant à son état normal ou état 1, ne se rappelle plus rien de ce qui s'est passé dans les états 2, 3, 4... ; mais il retrouvera ces souvenirs en revenant dans le même état hypnotique. Par exemple, le sujet Léonie, en état 2,

(1) Un chirurgien m'a raconté qu'il avait tenté d'opérer un militaire préalablement hypnotisé. L'hypnotisme paraissait profond ; mais il est probable que le brave homme s'était laissé endormir avec une arrière-pensée de doute et de crainte. Quoi qu'il en soit, au premier coup de bistouri, peu convaincu que la sensation n'existait pas, il se mit à crier au secours. — On peut voir, dans *Névroses et idées fixes* de M. Janet, Paris, Alcan, 1908, I, pp. 481-484, un cas qui a mieux réussi et la conclusion que l'auteur en tire. Voyez aussi Bernheim, *Hypnotisme. Suggestion, Psychothérapie*, leçon VIe.

Les auteurs citent en abondance des exemples où la suggestion se heurte contre une idée plus forte. Parfois, on peut saisir sur le vif la lutte entre la suggestion et l'idée préexistante ; ainsi un sujet à qui Bernheim suggère de prendre une montre hésite, mais finalement refuse : « Non, ce serait un vol. » L'hypnotiseur répète l'hypnose, renouvelle la suggestion, jusqu'à ce que celle-ci étant plus forte ou la conscience plus affaiblie, le sujet se décide *(Ouvr. cité*, pp. 53 et s.). Mais le sujet ne se décide pas toujours : « les hypnotiques les plus sensibles sont capables de résister aux suggestions en opposition à un sentiment profond » (Ch. Féré, *L'Instinct sexuel*, Alcan, 1902, 2e édit., p. 337).

(2) *Automatisme*, 1re part., ch. II et III.

invective son hypnotiseur M. P. Janet, se fâche et finit par s'enfuir. On peut la rejoindre ; mais la scène se prolonge dans la rue : « Je trouvai plus simple de la réveiller, dit P. Janet. Immédiatement, comme par enchantement, la voici douce et aimable, sans le moindre reste de mauvaise humeur. » Elle a tout oublié, même qu'elle avait dormi. Rendormie le lendemain, « elle retrouva tout d'un coup l'excitation qu'elle avait eue la veille », et les reproches recommencèrent (1).

Ce caractère de la mémoire alternante a beaucoup frappé les expérimentateurs et ils en rapportent des exemples innombrables. Cependant, malgré son extrême fréquence, on ne peut dire qu'il soit absolu. Le souvenir de l'état 2 au réveil peut être provoqué par suggestion. Il suffit de dire à l'hypnotisé « de fixer dans son cerveau une idée ou une image quelconque, pour qu'il se la rappelle en effet. Lorsqu'à son réveil, on lui demande s'il ne se souvient de rien, il répond ordinairement qu'il a rêvé et il raconte ce qu'on lui a fait graver dans sa mémoire (2). » Il racontera tout, si on lui a suggéré de se souvenir de tout (3). Mais il peut se souvenir aussi en dehors de toute suggestion, au moins à la suite des hypnoses légères, peu profondes, ou bien quand le réveil est brusque et s'opère pendant que le rêve hypnotique se développe. « Je fais croire à Lucie que sa robe brûle, et elle presse l'étoffe pour arrêter la flamme. Réveillée brusquement à ce moment, elle murmure : Tiens ! j'étais assez bête pour croire que ma robe brûlait (4). » M. Gurney, parlant d'un sujet hypnotisé pour la première fois, nous dit qu'il « se souvenait de tout, de ce qu'il avait fait et des senti-

(1) *Ouvr. cité*, pp. 74 et suiv. — « Quelques malades se réveillent subitement au milieu d'une phrase, et, dans la crise suivante, huit jours après, ils reprennent au mot interrompu (P. Janet, *Névroses*, p. 58). »

(2) Le général Noizet, cité par Grasset, *Psychisme inférieur*, p. 200.

(3) Voir Bernheim, *Hypnotisme. Suggestion. Psychothérapie*, p. 71.

(4) P. Janet, *Automatisme*, p. 81.

ments de surprise qui accompagnaient ses actes, comme s'il avait eu deux moi, l'un regardant les actions de l'autre » (1). Enfin M. Bernheim assure qu'une association fortuite peut toujours renouer les deux mémoires, et que, si l'oubli au réveil est la règle, cependant les souvenirs de l'état hypnotique peuvent toujours être réveillés (2). »

Tels sont, brièvement résumés, les phénomènes de la mémoire alternante.

Il est facile de voir qu'ils sont la conséquence immédiate de l'état second de conscience. Quand l'état second se distingue entièrement du premier, ils représentent l'un et l'autre comme des champs parallèles de conscience et qui, ne se rencontrant pas, restent entièrement étrangers l'un à l'autre. Mais cette distinction absolue, supposant que le phénomène se présente dans toute sa perfection, doit souffrir dans la pratique, des exceptions nombreuses ; des communications doivent se faire d'un état à l'autre, notamment dans les états mal caractérisés ou quand un réveil brusque rapproche les deux champs de conscience et les soude pour ainsi dire par les bords ; ou encore quand la suggestion de garder le souvenir au réveil, rappelant au sujet qu'il se trouve dans un état anormal, lui fait, par là même, jeter un pont entre les deux ; ou enfin quand le jeu de la vie normale réveille une impression subie dans l'hypnose. En deux mots qui expriment une tautologie, les deux états restent étrangers l'un à l'autre aussi souvent et aussi longtemps qu'ils n'ont aucun point de contact ; et, au contraire, dans la mesure même où ils se compénètrent, leur mémoire s'identifie.

(1) *Ouvr. cité*, p. 67. — Un témoin très digne de foi nous assure que le même phénomène se produit souvent dans ses rêves. Il rêve, par exemple, qu'il parle à Monseigneur d'Hulst, son ami, tout en sachant que c'est une illusion et que son ami est mort.

(2) *Ouvr. cité*, p. 501.

Or, les mêmes phénomènes, et pour les mêmes raisons, se reproduisent dans le sommeil normal. « Tantôt nous nous les rappelons (les rêves) dès notre réveil, tantôt ils ne renaissent dans notre souvenir qu'au bout d'un certain temps, réveillés par une circonstance fortuite donnant lieu à une association d'idées ; tantôt, au contraire, ils restent lettre morte » (1), nous les oublions au fur et à mesure et c'est tout au plus si, à l'état de veille, nous nous rappelons vaguement que nous avons rêvé.

Ce dernier cas est de beaucoup le plus fréquent ; et lorsque nous gardons le souvenir, c'est, en général, celui du dernier rêve, peut-être parce qu'il coïncide avec un sommeil moins profond et que d'ailleurs il se soude avec la vie normale. « Le rêve dont on se souvient » n'est le plus souvent que « la pensée du réveil » (2).

Toutefois, si l'on veut s'en donner la peine — et c'est une peine dont le profit est assez mince — on arrive à multiplier par l'attention les points de contact et à créer de ce souci une habitude qui pourra se répercuter dans le rêve et y suggérer la mémoire au réveil. Car, dans le rêve comme dans l'hypnose, la suggestion peut rétablir cette mémoire. Je rêvais, une nuit, que je marchais sans toucher terre : je planais tel qu'un aéroplane à deux ou trois mètres du sol, accélérant ma course à mon gré, moyennant un certain coup de jarret pour utiliser la pression de l'air. Je me sentais en même temps un bien-être dont jamais encore je n'avais joui : ce fut sans doute ce qui m'étonna, et je me fis une objection : « C'est probablement un rêve. — Mais non, jamais je n'ai eu la conscience aussi pleine et aussi claire. D'ailleurs, si c'est un rêve.

(1) Bernheim, *ouvr. cité*, p. 129.

(2) Goblot, Revue philosophique, 1896, II, p. 288. — Voir dans la Revue de psychiatrie, avril 1908, art. de Vaschide, des statistiques sur la mémoire dans le rêve.

je me suggère de m'en souvenir au réveil. » C'était, me semble-t-il, vers le milieu de la nuit ; mais, au réveil, malgré mon habitude de ne point m'occuper de mes rêves, immédiatement et de façon très nette, je me rappelai celui-là.

L'oubli ou le souvenir du rêve pendant l'état de veille est donc bien soumis aux mêmes règles que pour l'hypnose.

Le retour de la mémoire, dans le rêve suivant, paraît être moins fréquent que pour l'hypnose ; mais la différence tient à ce que le rêve étant moins organisé, plus livré au hasard des impressions, peut moins souvent se reproduire dans des conditions identiques. Si les mêmes conditions se retrouvent, si c'est bien le même état second qui se reproduit, la mémoire du rêve précédent réapparaît : « Je peux rêver à ce que je veux, écrit Mme Rachilde, et continuer le rêve commencé... comme un feuilleton dont on attend la suite (1). » — « J'ai repris bien souvent, dit Maury, à l'état de rêve, le fil d'un rêve antérieur que j'avais oublié après m'être réveillé et que j'ai eu parfaitement la conscience d'avoir fait, une fois que ce nouveau rêve m'en eut rappelé le souvenir (2). » — « Un jeune homme de vingt-deux ans, se promenant dans un équipage, écrasa la tête d'un enfant. Depuis lors, chaque nuit, il s'écrie dans son sommeil, quelquefois plusieurs fois la même nuit : Sauvez l'enfant (3). » — M. P. Janet nous a présenté jadis, à la Salpêtrière, une jeune fille qui, depuis cinq ou six ans, rêvait, chaque nuit, à une scène qui l'avait terrifiée dans son enfance, et se réveillait contracturée. Elle revivait la même scène en état d'hypnose et acceptait alors la suggestion qui lui enlevait sa con-

(1) Cité par Grasset, *Psychisme inférieur*, p. 166.
(2) Maury, *ouvr. cité* ; cf. pp. 121, 234 et *passim*.
(3) Dr Marie de Manaceine, *Le sommeil*, trad. Jaubert, Paris, Masson, 1896, pp. 304 et suiv.

tracture ; mais le rêve de la nuit supprimait tout le bénéfice de l'intervention médicale et, depuis plusieurs mois qu'elle était en traitement, c'était toujours à recommencer.

On voit ici la parenté de la mémoire dans le rêve et l'hypnose, et que les souvenirs de l'un peuvent se retrouver dans l'autre ; les exemples en sont nombreux dans les ouvrages des hypnotiseurs.

Et ce que nous avons dit de l'un et de l'autre pourrait se redire du délire de la fièvre, de l'alcool, de l'opium (1), en un mot de tout état second de conscience ; car cet état second est l'explication nécessaire et suffisante de tous ces phénomènes de la mémoire alternante, de la règle comme des exceptions ; en même temps qu'il explique — si on le rapproche de la loi générale de l'évolution des idées — tout le contenu de la conscience dans ces états anormaux (2).

Ainsi avons-nous le droit de regarder *l'état second de conscience* comme un genre de phénomènes dont le sommeil normal et l'hypnose sont deux espèces distinctes.

Mais après avoir montré par où ces espèces se confondent dans leur genre commun, il nous reste à marquer par où elles se distinguent.

4. — *Comment l'hypnotisme se distingue du sommeil.* — S'il y a entre l'hypnotisme et le sommeil des analogies qui ont frappé les premiers observateurs, il y a des différences qui sautent aux yeux, elles aussi, et qui ont donné plus d'une fois sans doute, à ceux qui avaient baptisé ce phénomène avec le nom d'hypnose ou de somnabulisme, la tentation de se croire des par-

(1) Voyez Bernheim, *ouvr. cité*, p. 132 ; P. Janet, *ouvr. cité*, pp. 78 et suiv.

(2) Le fait de l'*électivité* dans le sommeil et l'hypnose conduirait à des conclusions de même nature ; mais nous avons touché à cette question dans le *Gouvernement de soi-même*, pp. 261 et suiv.

rains bien mal inspirés. Qu'on se rappelle le cas cité tout à l'heure (1), cette hypnotisée courant à travers les rues et disant des injures à son médecin ; qu'on se rappelle le curieux somnambule de Grasset qui, pendant deux heures et quart, exécute une série compliquée d'exercices militaires (2). Ces faits, qui sont habituels, semblent se rapprocher beaucoup plus de la veille que du sommeil.

Nous ne le nions pas : mais au contraire, nous y voyons le signe révélateur, le caractère spécifique de l'hypnose, qui, tout en faisant penser comme à l'état de rêve, fait agir comme à l'état de veille.

En effet, pendant l'hypnose, la première loi fondamentale de l'influence des idées s'applique avec une entière évidence ; toute idée tend à provoquer l'acte dont elle est l'expression (3).

Or, c'est un fait non moins évident que le sommeil normal fait exception à cette loi. — Il est étrange qu'on ait pu accumuler des expériences, des témoignages et des arguments pour « arriver à la conclusion que, pendant le sommeil, la *conscience seule* est interrompue chez l'homme, tandis que toutes les autres fonctions se continuent avec une énergie plus ou moins considérable » (4). Cette « conclusion » est manifestement contre les faits. Il est certain que beaucoup d'idées tourbillonnent dans la conscience du dormeur, et il est certain que, pour la plupart, elles n'ont aucun résultat extérieur. Et c'est heureux ; car, si nous sortions de

(1) Ci-dessus, p. 90.

(2) *Leçons de clinique médicale*, 3e série, Montpellier, Imprimerie du NOUVEAU MONTPELLIER MÉDICAL, 1896, pp. 41 et suiv. L'anecdote est reproduite dans *Psychisme inférieur*, pp. 105-107. Les exemples, en ce genre, abondent. On en trouverait de bien curieux dans *Les Névroses*, de P. Janet, pp. 243-248 et *passim*. Les meilleurs somnambules, dit Bernheim *(ouvr. cité*, p. 73) « gardent les yeux ouverts, parlent, vont, viennent, rient, gesticulent, travaillent, etc. ».

(3) *Le Gouvernement de soi-même*, p. 65.

(4) M. de Manaceine, *ouvr. cité*, p. 38.

notre lit pour courir le monde et réaliser les idées bizarres qui nous passent alors par la tête, le monde serait plus drôle peut-être et surtout plus intolérable qu'il ne faut le souhaiter. Si, pour l'ordinaire, nous pouvons changer de position en dormant, chasser une mouche ou esquisser quelques vagues gestes de nature analogue, cela prouve que les centres réflexes ne sont pas tous endormis ou qu'une excitation peut susciter encore les réactions de moindre résistance ; mais le fait indéniable demeure, marquant une frontière très nette entre le sommeil normal et l'hypnose : dans celle-ci, les idées inclinent à l'acte toujours et en toute rigueur ; tandis que, dans celui-là, cette loi générale souffre toujours des exceptions. Toujours, ici ou là, et généralement dans tout l'organisme, les nerfs moteurs et les muscles volontaires ne font rien pour traduire l'idée en acte, ce que Mathias Duval exprime en langage physiologique, lorsqu'il dit : « Le sommeil est la cessation réparatrice, totale ou partielle, des fonctions de relation. »

Cela veut dire, en d'autres termes, que les neurones sont *désarticulés*. L'idée étant (vue de son côté subjectif) une poussée vitale de l'être, vient de ses profondeurs, pour ainsi dire, comme l'eau jaillit de sa source, et, si haut qu'elle s'élève dans les régions de l'esprit, elle porte la trace du chemin parcouru à travers l'organisme, comme l'eau porte celle des terrains traversés ; de même aussi, l'idée étant faite pour l'action et l'action humaine devant s'exercer dans la matière, toute idée, après avoir éclaté dans la conscience à la lumière, pour y recevoir sa direction, retombe dans l'organisme pour y chercher, selon la direction reçue, sa voie vers les actes. Elle pénètre donc dans le cerveau où aboutissent toutes les grandes routes de l'organisme et actionne, à la mesure de sa force, les neurones ou cellules nerveuses qui sont têtes de ligne du chemin à

parcourir. Mais le chemin est long parfois (1) et c'est peut-être par millions que les courriers doivent se relayer les uns les autres et se transmettre le message ; au terme de la série, si le message a pu y parvenir, les derniers neurones actionnent les cellules de la glande ou du muscle, et fatalement, aveuglément, l'acte s'ensuit.

Or, dans le sommeil normal, le message ne passe pas jusqu'au bout. Ce n'est pas qu'il soit intercepté par des idées nouvelles apportant un contre-ordre, ou par des idées anciennes et plus fortes embusquées sur la route ; car même les ordres officiels du moi conscient auxquels les forces les plus imposantes de l'organisme font cortège et qui, au besoin, sauraient les vaincre, même les vouloirs les plus délibérés ne passent pas, comme il est facile de nous en rendre compte par le cauchemar, où, malgré tous nos efforts pour nous enfuir, nous restons cloués sur place. Il faut donc conclure que les communications physiologiques sont rompues entre l'idée et l'acte.

Où sont-elles rompues ? Quels sont les neurones qui « ne marchent pas » ? Nous essayerons tout à l'heure de le conjecturer ; mais, pour le moment, constatons le fait : il y a solution de continuité. Disons, pour ne rien préjuger des théories histologiques et quel que soit le mode dont les neurones peuvent communiquer entre eux (2) : Il y a solution de continuité *fonctionnelle*, il y a désarticulation *fonctionnelle* des neurones ; tandis qu'à l'état de veille ils sont articulés, adaptés et dispos pour remplir cette fonction qui est leur raison d'être.

Tel est le fait organique, le seul certain, qui caractérise le sommeil. Encore ce fait n'est-il pas vu directe-

(1) *Parfois*, non pas toujours.

(2) Nous insistons sur cette remarque, tenant à bien marquer que nous ne voulons nous appuyer sur aucune des théories en cours, pour la raison qu'il n'y en a aucune, jusqu'à ce jour, de véritablement établie.

ment mais conclu. Il nous paraît la seule traduction possible du fait psychologique expérimenté : c'est à savoir que l'état de sommeil normal semble échapper, par une exception singulière, absolument unique, à la loi d'après laquelle l'idée incline à l'acte (1).

Ce fait psychologique, qui d'ailleurs ne va pas sans l'autre, suffit donc à lui seul pour établir la distinction cherchée. Il est bien spécifique, puisqu'il ne se rencontre jamais et nulle part en dehors du cas signalé ; et si l'hypnose se distingue des autres phénomènes morbides et de l'activité normale parce qu'elle est, comme le sommeil ordinaire, *un état second de conscience*, elle se distingue légitimement du sommeil parce qu'elle reste soumise, comme l'activité normale, à *l'influence de l'idée* sur les actes.

Il semble donc que notre définition soit pleinement justifiée.

Et maintenant, il nous est permis de classer à sa lumière certains phénomènes qui pouvaient jusqu'ici nous paraître flotter sur la frontière entre le sommeil et l'hypnose. Les délires, par exemple, qui surviennent dans la fièvre, l'ivresse ou une crise quelconque, appartiennent à l'hypnose quand ils ne suppriment pas l'influence de l'idée sur les actes. Le sommeil des anesthésies, dans les opérations chirurgicales, passe par des phases diverses : il part d'une phase d'obnubilation sensorielle et d'excitation cérébrale « pour aboutir à un état d'anesthésie et de résolution musculaire » (2). En d'autres termes, il y a d'abord un état

(1) Grasset, *Thérapeutique des maladies du système nerveux*, Paris, Doin, 1907, p. 292.

(2) C'est pour cela, croyons-nous, que les contractures hystériques disparaissent souvent pendant le sommeil naturel. — Ces contractures, en effet, sont commandées par une *idée subconsciente*, comme M. Pierre Janet semble bien l'avoir démontré dans un grand nombre d'expériences relatées en ses diverses publications. Cette idée, étant subconsciente, demeure vraisemblablement identique à travers les changements de conscience, à l'état premier ou

second de conscience qui coïncide avec une insensibilité, et, par suite, avec une immobilité, et (au moins au moment de la résolution musculaire) avec une désarticulation neuronale de plus en plus complète ; ce qui constitue un sommeil de même essence que le sommeil normal ; puis la conscience sombre, et le sujet se trouve dans un état analogue au sommeil profond sans rêves. Le réveil se fait généralement par degrés ; l'anesthésique ayant épuisé son effet, la sensibilité et l'articulation neuronale reviennent ; les centres inférieurs s'éveillent et les sensations repeuplent la conscience ; mais cette conscience reste en état second tant que le réveil n'est pas achevé par la libération des centres supérieurs, de O, comme dirait Grasset. Jusqu'à ce moment, c'est donc un état hypnotique que présente l'opéré. Et, de fait, les chirurgiens en constatent souvent tous les divers phénomènes (1). Quant aux rêves parlés, ils se rapprochent beaucoup du somnambulisme dont ils sont bien souvent la première phase (2). Mais, si la désarticulation neuronale ne s'étend qu'à la parole, elle n'est donc pas complète et

à l'état second, dans le sommeil normal ou le sommeil hypnotique ; or, elle se réalise dans une contracture pendant l'état de veille et d'hypnotisme, et la contracture ne disparaît que pendant le sommeil normal, au moins s'il est complet. N'est-ce point parce que c'est la seule circonstance où l'influence des idées sur les muscles soit interceptée ? — Mais, pourra-t-on dire, ces contractures ne disparaissent pas *toujours* dans le sommeil normal. Pourquoi ? Parce que le sommeil de ces malades n'est pas toujours normal. Les apparences, ici, nous trompent, et nous pouvons tourner à notre thèse la remarque de P. Janet (*Névroses*, p. 155) : « Le sommeil des hystériques est souvent anormal, il est souvent remplacé par diverses formes d'*insomnie* ou par des variétés de *somnambulisme*, et, quand il en est ainsi, les contractures peuvent persister. » C'est que, dans le somnambulisme ou l'insomnie, se retrouve la loi de l'influence des idées sur les actes.

(1) Nous nous référons notamment au témoignage d'un éminent chirurgien, le Dr Eug. Vincent de Lyon.

(2) D'après Moreau (de la Sarthe), article *Rêves*, dans le *Dictionnaire des sciences médicales* de Dechambre : « Les rêves avec mouvements et loquacité sont presque toujours oubliés au réveil. »

le phénomène n'entre donc pas dans notre définition de l'hypnose.

On pourra voir, dans ces classifications, quelque chose d'un peu artificiel et l'on aura raison, la réalité concrète présentant, nous l'avons dit déjà, les phénomènes psychologiques avec une infinité de nuances qui semblent effacer les frontières. Mais, notre définition étant établie, c'est à elle de distinguer, sur la frontière, les nuances qui semblaient se confondre.

Il apparaît aussi, par là, que le phénomène a été bien nommé d'instinct par les premiers observateurs. Ils ont trouvé deux termes, l'un et l'autre excellents. C'est d'abord *hypnotisme* ou *hypnose* (1) — de ὕπνος, qui signifie sommeil. C'est en effet un sommeil ; mais on a créé pour lui un mot spécial qu'on lui a réservé, parce qu'on a pressenti qu'il s'agissait d'un sommeil spécial ; et le second des deux termes marque bien par quoi ce sommeil diffère de l'autre : c'est un *somnambulisme* — somnus, ambulare — un sommeil où l'on marche, où, si l'on pense comme quand on dort, on agit comme quand on ne dort pas.

Le premier des deux termes indique seulement la notion générique, et insinue qu'il s'agit d'une espèce particulière ; le second résume toute notre définition et insinue qu'il s'agit d'un sommeil inférieur, imparfait, incomplet, qui se trouve à mi-chemin entre le vrai sommeil et l'état de veille.

Ce que le mot insinue, nous avons vu que les faits le confirment, et que le somnambulisme ou l'hypnotisme, s'il nous étonne davantage parce qu'il est plus rare, se trouve cependant, considéré en lui-même,

(1) L'usage ne paraît pas établir de différence entre ces deux formes. Il semblerait juste cependant de désigner par *hypnose* l'état hypnotique, et de réserver l'autre forme, *hypnotisme* — la même étymologie avec le suffixe d'action σις — pour signifier l'action d'hypnotiser, la provocation de l'hypnose.

moins loin de la vie normale (dont le type est l'état de veille) que le sommeil ordinaire.

Cette conclusion probablement inattendue se présentera peut-être tout à l'heure avec un caractère plus étrange encore. Car nous voudrions faire un pas de plus : Après avoir proposé et, nous semble-t-il, justifié notre définition devant la logique, nous voudrions en pénétrer la raison d'être : après avoir montré que, de fait, elle enferme et circonscrit dans sa teneur les phénomènes, nous voudrions savoir le pourquoi de ces phénomènes. Nous avons montré qu'ils s'expliquent tous par un état second de conscience et l'influence persistante de l'idée sur les actes : mais, ces deux éléments de l'hypnose qui expliquent tout, qu'est-ce donc qui les explique à leur tour ?

II

LES EXPLICATIONS

—

SOMMAIRE :

1. *D'où provient le second caractère, l'influence de l'idée sur les actes ?* — De la loi générale. Ce qui est donc à expliquer, c'est que le sommeil y échappe. — Explication de ce fait, quand le sommeil commence par son élément organique ; — quand il commence par son élément psychique, et comment le sommeil normal est un sommeil suggéré.
2. *D'où provient le premier caractère, l'état second de conscience ?* — Insuffisance des explications physiologiques. — Comment le moi se constitue. — Comment il se dissout. — Résumé de la théorie.

1. *Pourquoi l'influence de l'idée sur les actes persévère-t-elle dans l'hypnose, à la différence du sommeil ?* — L'influence de l'idée sur les actes dans l'hypnose est conforme à la loi générale. Et si l'on demande pourquoi cette loi générale, il faut répondre

qu'elle vient de la nature même de l'homme et de l'idée, comme nous l'avons exposé ailleurs (1).

En somme, ce qui est à expliquer, ce n'est pas que l'hypnotisme, sur ce point, se conforme à la loi, mais que le sommeil normal y échappe. Pourquoi donc, dans le sommeil normal, les idées ne peuvent-elles pas toujours incliner à l'acte ? Ou bien — ce qui, nous l'avons vu, revient au même — pourquoi les neurones se trouvent-ils toujours, plus ou moins, fonctionnellement désarticulés ? telle est la question.

Pour essayer d'y répondre, il faut nous souvenir que le sommeil affecte le composé humain tout entier ; que, si c'était notre droit de le considérer au point de vue psychologique, il ne dépend pas de nous de supprimer la part qui revient à l'organisme, et que, si celle-ci reste obscure, son rôle cependant doit avoir son importance dans les résultats.

Pour embrasser le sommeil normal dans toute sa réalité psychique et organique, il faudrait donc le définir « un état second de conscience avec repos nerveux ». Ce dernier terme est vague, et nous le choisissons tel à dessein, pour ne pas donner aux termes plus de précision que n'en comporte l'état actuel de nos connaissances. Est-ce que les neurones se reposent (et sans doute se nourrissent avec plus d'intensité) parce qu'ils sont désarticulés fonctionnellement et qu'ils mettent ainsi à profit leurs loisirs ? Ou bien est-ce qu'ils se désarticulent parce qu'ils se reposent, soit qu'ils se ramassent sur eux-mêmes et perdent ainsi le contact avec les autres (théorie amiboïde du sommeil) ; soit qu'ils modifient, par le repos ou la nourriture, leur disposition interne et ainsi ne soient plus « conjugués » avec les autres pour la transmission des ondes nerveuses (théorie analogue à celle de la télégraphie sans

(1) *Le Gouvernement de soi-même*, 1er principe.

fil) : soit pour toute autre raison ? Ce sont là encore pour nous des mystères. Mais ce que l'on constate dans l'expérience de tous les jours, c'est que le sommeil normal est en soi un « repos nerveux » qui a pour conséquence ou pour condition la désarticulation fonctionnelle des neurones. Tel est l'élément organique qui s'ajoute à l'élément psychique ; et quand le phénomène aboutit au sommeil normal, l'un de ces deux éléments ne va pas sans l'autre.

Lequel des deux est le premier en date ? Nous croyons que c'est tantôt l'un et tantôt l'autre.

Tantôt le sommeil a son point de départ dans l'organisme : on « dort debout », on « tombe de sommeil » ; le système nerveux ne fonctionne plus, « se repose » en dépit de tout : non seulement il ne transmet plus le choc des idées sur les muscles — et voilà bien la désarticulation fonctionnelle — mais encore il se dérobe à seconder l'effort nécessaire pour garder l'attention, pour suivre nos idées, pour sentir notre moi — et ainsi la conscience défaille.

Dans ce premier cas, il est donc assez facile de comprendre comment les deux éléments — psychique et organique — du sommeil se raccordent et comment la désarticulation neuronale se produit. Elle se produit le plus simplement du monde, par la fatigue qui impose le repos. Les neurones, « n'en pouvant plus », abandonnent la partie. Si cela entraîne, dans la vie psychologique, une exception singulière à la loi générale de l'influence des idées, c'est pour se conformer à une autre loi plus générale et plus absolue : celle de l'usure organique. La matière n'est pas un réservoir infini de forces et quand la vie psychique a épuisé les réserves mises par les organes à sa disposition, elle doit attendre qu'elles se renouvellent. Elle peut attendre. Son rôle est d'éclater comme les fleurs au printemps au sommet des branches, avec le trop plein de la sève après le

recueillement de l'hiver. Elle est un épanouissement ; elle peut donc avoir des intermittences. La vie végétative ne peut pas en avoir, parce qu'elle est la base, et, si elle manque, tout s'écroule : *prius est esse quam philosophari*, il faut être avant que de penser. Les neurones traduisent ce principe à leur manière, et ils se dérobent au service de la pensée quand ils en sont réduits à lutter pour leur existence même : si bons ouvriers qu'ils soient, ils réclament, eux aussi, les trois huit, en donnant deux au travail et en gardant un pour le repos.

Quant à l'hypnotisme, il peut bien amener la fatigue au même titre d'abord que la vie normale, puisqu'il en garde l'activité ; de plus, au dire des physiologistes, il favorise l'intoxication en contrariant les échanges organiques et la reconstitution des tissus (1) ; et enfin les hypnotiseurs constatent le fait, ils avouent que cet état semble « épuiser rapidement leurs sujets » (2).

L'hypnotisme peut donc créer la fatigue ; mais la fatigue, l'intoxication organique, du moins quand elle est extrême et va jusqu'à désarticuler les neurones, ne crée pas l'hypnose. Et cela par définition ; puisque, si elle allait jusque là, jusqu'à cette désarticulation, nous avons vu qu'il n'y aurait plus hypnose, mais sommeil normal.

C'est un fait d'ailleurs que l'hypnotisme s'accompagne généralement d'une grande activité, donnant la preuve que les nerfs ne sont pas au bout de leurs réserves. « La pupille s'élargit, le globe de l'œil sort de son orbite et, conformément à ce phénomène, les paupières fermées d'abord, s'ouvrent au moment où se manifeste l'état de somnambulisme. Le nombre des pulsations et des mouvements respiratoires augmente ;

(1) Voyez de Manaceine, *ouvr. cité*, p. 143.

(2) P. Janet, *Automatisme*, p. 135. — Une part de cette fatigue peut venir de ce qu'on impose aux sujets des actes auxquels ils ne sont pas *habitués*.

il n'est pas rare non plus qu'il y ait sécrétion de sueur. Tous ces phénomènes sont l'indice d'une forte excitation du système nerveux sympathique et vaso-moteur » (1), et tout juste l'opposé de ceux que manifeste un homme « tombant de fatigue » ou « dormant debout ».

Si parfois, en prolongeant l'hypnose, on voit le sujet tomber brusquement dans le sommeil normal, c'est que la fatigue est venue, atteignant les degrés où les neurones se dérobent. Et réciproquement, si le sommeil normal se transforme parfois en hypnose, c'est, en dehors des autres conditions nécessaires, que le sommeil a déjà été suffisamment réparateur pour permettre aux neurones, sous une secousse de conscience ou une excitation externe, de s'articuler à nouveau et de reprendre leurs fonctions.

Si donc l'influence des idées sur les actes, pendant l'hypnotisme, n'a pas besoin d'explication, puisqu'elle est conforme à la loi générale, nous voyons qu'on peut expliquer, par l'absence de fatigue grave, que les neurones restent en fonction au service de l'idée ; tandis que la fatigue explique, en certains cas, que les neurones se désarticulent et ainsi que les idées restent inefficaces dans le sommeil normal.

Mais ces cas où le sommeil s'impose par la fatigue, sont les plus rares.

Précisément parce qu'il constitue, comme le remarque Claparède, « une fonction de défense et de prévoyance » ayant pour but d'empêcher l'épuisement de se produire, le besoin de sommeil se fait sentir « bien avant l'épuisement réel » (2). Ainsi le médecin, le prêtre, le général d'armée, la mère qui soigne son enfant, et nous tous, en somme, quand un motif puissant nous stimule,

(1) W. Wundt, *Hypnotisme et suggestion*, 3me édit. franç., Paris, Alcan, 1905, p. 35. Voir pp. 92, 106, etc.

(2) *Esquisse d'une théorie biologique du sommeil*, p. 74.

savons-nous reculer notre sommeil et, au besoin, nous résigner à la « nuit blanche ». Si donc chaque jour l'on s'endort, c'est habituellement parce qu'on le veut. C'est l'élément psychique qui est, dans le sommeil, le premier en date.

Mais, dans ce cas, la désarticulation neuronale ne s'explique plus par la fatigue ; et où donc faudra-t-il en chercher la cause ?

Si elle n'est pas dans l'élément organique du sommeil, elle ne peut se trouver que dans l'élément psychique. Or, le *fait* de s'endormir, de perdre le contact avec la conscience normale ; en d'autres termes, le passage de l'état de veille à l'état second ne peut pas nous fournir l'explication demandée, puisqu'il se retrouve identique dans l'hypnose sans désarticuler aucunement les neurones. Eh bien, si l'explication ne se trouve pas dans le *fait*, il ne reste plus que de la chercher dans le *mode*.

Il doit y avoir quelque chose de particulier dans les circonstances qui accompagnent le sommeil normal, quand celui-ci, au lieu d'être imposé par la fatigue, ne se produit que par un acte délibéré du vouloir. Et nous croyons que ce quelque chose de particulier est une auto-suggestion.

Quand on veut dormir, c'est que d'abord on en a l'idée et qu'ensuite on l'accepte, écartant toute idée contraire. Or, par suite de nos expériences passées, l'idée de dormir est synonyme d'un état d'immobilité, d'un temps plus ou moins long à passer dans son lit, sans en sortir ; on sait qu'il peut y avoir des rêves, mais que ce seront des rêves, des hallucinations sans importance, qu'il n'y a pas lieu de prendre à la lettre et de transformer en actes. L'idée qui va se réaliser, parce qu'elle est acceptée et maîtresse de la conscience, parce qu'elle rejoint aussi, en la fortifiant, la masse des idées analogues inscrites par les expériences pas-

sées dans la subconscience, dans les centres automatiques, c'est précisément cette idée d'immobilité jusqu'au réveil ; si, bientôt, elle s'évanouit dans la conscience avec l'arrivée des rêves et l'état second, elle reste dans les centres nerveux, comme toute suggestion qui n'est pas effacée par une suggestion contraire et plus forte, et elle maintient l'immobilité du corps. D'ailleurs, si la fatigue n'est pas extrême, elle existait cependant, suffisante pour rendre le sommeil volontaire possible, et il est vraisemblable que, cette fatigue aidant, les neurones profiteront vite des loisirs qu'on leur laisse, pour prendre leur repos. Et de fait, nous voyons succéder bientôt au début du sommeil la résolution des membres, indiquant que la désarticulation neuronale est accomplie.

Mais, dira-t-on, cette explication suppose qu'on s'est déjà fait une certaine idée du sommeil avec les expériences passées : fort bien ! seulement qu'est-ce qui expliquera ces expériences et en particulier la première ? La première fois que l'enfant s'endort, il ne se suggestionne rien. — Sans doute, mais il est infiniment probable aussi qu'il n'a pas de rêves, pas d'idées qu'il risque de transformer en actes, sauf quelques sensations internes et externes qui provoquent quelques vagues gestes comme ceux que nous exécutons en dormant, précisément par suite de cette habitude, tout le reste de notre vie. Mais à mesure que les idées s'éveillent dans sa conscience d'enfant et à mesure qu'il devient capable de dormir par consentement volontaire, il se rappelle qu'il s'est réveillé dans son berceau comme il s'y était endormi, que sa mère lui a répété, sous toutes les formes, que, lorsqu'il dort, « il est bien sage », qu'il ne bouge pas, qu'il ne faut pas bouger, pas sortir de son berceau, etc., etc... La suggestion n'est donc pas en retard sur l'époque où elle peut être utilisée.

Sans doute, l'on peut dire encore que la nature nous a donné cet instinct tout fait, en bloc, parce qu'il nous est nécessaire, et que notre vie ne résisterait pas longtemps aux mille hasards d'un sommeil qui traduirait en actes les idées folles de nos rêves. — Et j'admets bien que Dieu est assez puissant pour faire cela, même contre les règles, qui ne sont des règles que pour nous, que parce que nous y voyons les moules où se coulent les faits, et qu'il faut consentir à élargir les moules si les faits les brisent. Mais Dieu est artiste aussi et l'on voit bien qu'il a mis de l'unité dans son œuvre ; et il est sage, laissant agir les causes secondes qu'il a faites pour cela ; et enfin c'est un vieil adage qu'il ne faut pas croire à la multiplicité des moyens là où un seul explique tout — *non sunt multiplicanda entia sine necessitate*. Or, notre explication paraît suffire à tout et faire rentrer dans la loi générale l'unique exception observable, puisqu'ainsi, en définitive, si l'idée ne se réalise pas dans le rêve, c'est pour réaliser une idée contradictoire et plus forte. Et enfin, si ce résultat est bien nécessaire à la conservation même de la vie, Dieu, ayant pu prévoir qu'il serait atteint par cette unique loi, n'était pas tenu d'en imposer une autre (1).

A ces raisons, il ne serait sans doute pas difficile d'ajouter des faits. Qu'on me permette du moins d'apporter un témoignage et une expérience. L'expérience m'est personnelle : tout récemment, je m'étais écrasé le pouce de la main droite contre une porte, la peau était en partie arrachée et le sang coulait encore. N'ayant rien pour pratiquer un pansement, j'enveloppai le pouce avec mon mouchoir enroulé en même temps au travers des autres doigts. Il était à prévoir que l'agitation de la nuit mettrait à mal cet arrange-

(1) C'est l'homme que nous avons en vue ; mais il est aisé de voir que toute cette théorie, avec quelques changements d'expressions, peut s'appliquer à l'animal.

ment. Au moment de m'endormir, je me suggérai donc très fortement — et avec confiance — que ma main droite ne devait pas changer de place et le mouchoir ne point sortir de mes doigts. La suggestion fut ponctuellement réalisée. Voici le témoignage : un jeune religieux parlait très souvent ses rêves, surtout quand il était surexcité par quelque idée pénible ou par un excès de travail, et ces rêves abondaient en confidences. Or, ayant à surveiller un dortoir d'élèves, il n'a jamais rêvé tout haut, en ayant pris fermement la résolution pour ne pas s'exposer à faire ses confidences à ce public « né malin » (1). On peut d'ailleurs quelquefois se suggérer la nature de ses rêves et, assez souvent, la durée de son sommeil : quant à ceux qui s'éveillent immanquablement à l'heure qu'ils se sont fixé avant de s'endormir, ils sont légion (2). Nous avons cité Mme Rachilde disant : « Je peux rêver à ce que je veux » ; et elle décrit ensuite ses procédés. La conclusion à tirer de ces faits, c'est que la suggestion faite à l'état de veille peut se continuer pendant le sommeil, en vertu de la même loi qui gouverne le phénomène inverse : l'idée incline à l'acte (et l'idée négative à la

(1) Il y a en faveur de la même hypothèse un autre fait qu'il est difficile d'indiquer en langage littéraire. Le petit enfant évacue, dès qu'il est sollicité par la sensation interne,... disons les déchets de la vie. Comment arrive-t-il, en grandissant, à suspendre ces opérations pendant le sommeil ? N'est-ce pas lorsque, par une série d'impressions personnelles et de recommandations étrangères, il en vient à se suggérer qu'il doit se retenir pendant le sommeil et ne pas laisser cette idée aller jusqu'à l'acte ? Les rares adultes, qui gardent à cet égard le laisser-aller des petits enfants, le font peut-être par suite d'une infirmité physiologique ; mais, en certains cas, ne serait-ce point parce qu'ils ne croient pas au succès du désir opposé et ne savent pas se donner cette suggestion salutaire ? Et n'y aurait-il pas, dans cette hypothèse, une indication pour le traitement ?

(2) Dans la rêverie (le songe de l'homme éveillé ou rêvasserie), les idées ne conduisent pas aux actes intérieurs, sans doute parce qu'il reste un peu de conscience normale contredisant les suggestions ; mais aussi peut-être parce qu'on s'est déjà suggéré que ces rêveries ne devraient pas aller jusqu'à l'acte.

négation de l'acte) à la mesure même de sa force et défalcation faite de la force des idées contraires.

Enfin, pour faire la contre-épreuve, nous pouvons observer que cette autosuggestion, qui explique l'immobilité du sommeil normal, ne peut pas avoir lieu dans l'hypnose. L'hypnose *spontanée* ou somnambulisme se produit soit pendant le sommeil, et c'est alors le réveil organique sous le choc d'une activité mentale excessive, d'une idée agissant en sens inverse et finalement plus forte que l'idée suggérée de dormir ; — soit pendant la veille, et c'est alors la dissolution de la conscience normale par la surprise d'une émotion brusque (contrariété, bruit strident, jet de lumière électrique) qui n'a pas laissé le moyen ni le temps de se faire aucune suggestion (1). Dans l'hypnose *artificielle*, ou bien l'hypnotiseur procède par émotion brusque sans avertir le sujet, et alors le cas est analogue au précédent ; ou bien il emploie les moyens doux, notamment la suggestion de dormir ; mais dans ce cas, et alors même qu'on agit au vu et au su du sujet avec son consentement, celui-ci sait qu'il va dormir d'un sommeil spécial qui ne ressemble pas à l'autre, et il ne peut donc pas se suggérer l'immobilité, l'inexécution des idées à venir ; il se suggérera généralement le contraire, surtout s'il a déjà vu d'autres hypnotisés gesticuler devant lui et obéir aux moindres signes de l'hypnotiseur (2) ; et quand celui-ci, profitant de son influence, suggère efficacement, avant ou pendant l'hypnose, le

(1) Nous connaissons une jeune fille que la moindre contrariété met en hypnose, parfois pour plusieurs heures. Nul, paraît-il, ne s'en doute autour d'elle. Mais en revenant à elle, elle ne se rappelle rien de ce qui s'est passé depuis son émotion — ce qui prouve qu'il y a eu cassure du moi — et il lui arrive de trouver, sur son bureau, des lettres de son écriture, mais n'exprimant pas les pensées de son moi normal.

(2) Et précisément, Liébeault et son école, suivis d'ailleurs plus ou moins par les autres, recommandent de donner ce spectacle à un sujet nouveau avant de l'hypnotiser. Voyez Liébeault, *Le sommeil provoqué*, Paris, Doin, 1886 ; Bernheim, tous ses ouvrages.

sommeil naturel, alors les neurones se désarticulent, parce que le sujet se fait du sommeil naturel la même idée que nous et il dort comme tout le monde — avec cette seule différence qu'il reste en rapport avec l'hypnotiseur, parce que la suggestion de dormir sans remuer reste, dans son cas, subordonnée à l'ordre reçu. De sorte que, sur ce point, et dans tous les cas où l'on s'endort sans y être contraint par l'usure des nerfs, c'est le sommeil normal qui est le sommeil suggéré ; d'une façon plus précise, c'est l'immobilité dans le sommeil normal, et non pas l'activité dans le sommeil hypnotique, qui est le résultat d'une suggestion. *Le choix des actes* accomplis par l'hypnotisé peut venir aussi de la suggestion ; mais *l'activité* elle-même, le pouvoir d'agir relève directement de la loi générale ; tandis que l'immobilité du sommeil normal ne s'y rattache que par l'intermédiaire d'une autosuggestion.

En somme, ou l'usure du système nerveux quand « l'on tombe de sommeil », ou, dans les autres cas, une autosuggestion plus ou moins consciente, explique que, pendant le sommeil normal, les cellules nerveuses se dérobent et que les actes n'obéissent plus aux idées présentées par le rêve ; tandis que, dans l'hypnose, ni l'une ni l'autre de ces causes ne peut exister et faire obstacle à la loi générale qui établit l'influence des idées sur les actes.

Ainsi pouvons-nous suivre jusque dans sa raison dernière, sinon à la clarté de l'évidence, du moins avec des hypothèses plausibles, l'élément par lequel l'hypnose se distingue du sommeil.

Essayons d'en faire autant pour celui qui leur est commun : l'état second de conscience.

2. — *Qu'est-ce qui explique l'état second de conscience ?* — Nous ne dirons rien des explications phy-

siologiques (1) : dans l'ignorance à peu près totale où l'on se trouve de la manière dont l'organisme se comporte dans l'état second, elles ne constituent que de vagues hypothèses, invérifiables ; elles ne peuvent, dans tous les cas, que traduire les faits psychologiques en langage physiologique, et expliquer le connu par l'inconnu — ce qui est la pire des méthodes.

Il faudrait en dire autant des explications anatomiques (2), qui sont d'ailleurs bien démodées. Une seule d'entre elles semble leur survivre, celle du Dr Grasset. Supposant que le centre nerveux qui sert aux manifestations du « psychisme supérieur », c'est-à-dire de la personnalité consciente, de la volonté libre, du moi responsable, se trouve localisé dans un certain point du cerveau qu'il appelle O, et supposant que les centres du « psychisme inférieur » ou des manifestations automatiques se trouvent localisés en d'autres points différents, il unit ces derniers par une ligne imaginaire qu'il appelle le *polygone*. A l'état normal, les centres polygonaux seraient en communication entre eux et avec O ; quand, au contraire, les communications sont rompues entre O et le polygone, ce serait ce que nous avons appelé l'état second (3). Rien ne serait plus simple qu'une explication de ce genre, et M. Grasset n'a pas de peine à interpréter dans ce langage les détails les plus compliqués de

(1) On peut en voir une brève discussion dans Wundt, *ouvr. cité*, ch. II.

(2) Par exemple, celle qui se base sur la dissociation, à l'état morbide, des deux hémisphères du cerveau. Fût-elle prouvée, il resterait à expliquer *pourquoi* les deux hémisphères se dissocient, et si les sujets qui présentent 3, 4, 5... états différents ont tout autant d'hémisphères à leur service.

(3) Cette hypothèse formulée d'abord par l'illustre professeur dans ses *Leçons de clinique médicale*, 3e série, Montpellier, Imprimerie du NOUVEAU MONTPELLIER MÉDICAL, 1896, a été reproduite ou rappelée dans tous ses ouvrages suivants, notamment dans *Le psychisme inférieur* déjà cité, ch. I et IV, dans *L'hypnotisme et la suggestion*, déjà cité, ch. I, dans l'*Introduction physiologique à l'étude de la philosophie*, Paris, Chevalier et Rivière, 1908, et dans *L'Occultisme, hier et aujourd'hui*, Montpellier, Coulet, 1908.

l'hypnotisme ; mais il a soin de nous déclarer qu'il n'entend pas nous offrir ainsi une explication qui aille au fond des choses : ce n'est qu'un schéma, « un moyen d'enseignement, une formule qui paraît commode pour synthétiser et enseigner les faits » (1).

Or, c'est une explication des faits que nous avons à fournir en ce moment. Il nous faut donc maintenir le problème sur le terrain où les faits le posent, et ils le posent en psychologie. Nous avons vu que le sommeil et l'hypnose ont ceci de commun qu'ils constituent un *état second de conscience*. Nous avons défini cet état, nous savons ce que c'est ; nous voudrions l'expliquer maintenant et dire ce qui l'engendre. Le fait étant psychologique, l'explication doit l'être aussi, au moins dans sa conclusion. Elle doit consister à dire pourquoi et comment le moi normal se dissocie pour faire place à un autre moi, fragmentaire ou organisé, mais dans lequel le premier ne se reconnaît plus.

Il faut donc voir d'abord pourquoi et comment ce moi normal se constitue, ce sera le moyen de comprendre pourquoi et comment il se décompose.

Sous tout phénomène qui tend à modifier la manière d'être du vivant, il y a une force mécanique agissante. Mais celle-ci n'aura pas seulement à se combiner avec les forces déjà orientées dans l'organisme ; elle devra subir les manipulations de la vie. La vie n'ajoute rien, n'enlève rien aux forces qu'elle manipule, pas plus que le chimiste dans son laboratoire ou le mécanicien sur sa locomotive ; mais, comme eux, en vertu de sa force propre, elle les dirige, elle en joue ; et si elle ne change rien à leur valeur individuelle, elle modifie, dans la mesure de ses moyens, le résultat de l'ensemble ; en se soumettant à leurs lois, elle les fait servir à ses desseins. Les desseins essentiels, vitaux,

(1) *Psychisme inférieur*, pp. 24, 26. Cf. *L'hypnotisme et la suggestion*, p. 49.

sont fixés une fois pour toutes, et elle les accomplit sans hésiter ni se distraire, nourrissant la cellule primitive, en tirant les autres par centaines de millions, fabriquant avec elle les tissus, les organes, les reliant entre eux, les mettant en fonction d'après la formule héréditaire. Là, elle sait son métier et elle le fait en silence, tranquillement, sans arrêt. Mais des circonstances se présentent en grand nombre dont la formule héréditaire ne dit rien et pour lesquelles cependant il faut un mot d'ordre : les tendances de l'être doivent s'adapter avec leur objet qui change. Le mécanicien, ici, pour savoir de quelle façon il doit modifier l'allure, a besoin de lire les signaux sur la route ; c'est alors que, sous le choc de la tendance et du fait nouveau, la conscience surgit, faisant la lumière pour éclairer le fait et lui marquer sa place. Toute activité vitale empruntant le concours des muscles dits volontaires s'accomplit à cette clarté. Cette clarté peut être faible et courte, comme une petite lampe allumée pour conduire le phénomène à son terme et qui, après, s'éteint. Elle s'appelle alors la conscience directe. Mais la clarté peut briller plus vive et durer, projetant ses rayons jusqu'à cette sorte de réflecteur vivant et voyant qui les recueille et les condense, et qui s'appelle la conscience réfléchie. L'ensemble de ces phénomènes de conscience réfléchie constitue le moi senti ou expérimental.

Il ne peut jamais équivaloir au moi substantiel ; nous venons de dire que le plus grand nombre des actes vitaux s'accomplissent dans l'ombre et que beaucoup d'autres s'arrêtent dans la conscience directe : et même parmi ceux qui parviennent jusqu'à la conscience réfléchie, un certain nombre peu à peu défaillent, à mesure que le choc entre la tendance et le fait diminue usé par l'habitude, c'est-à-dire à mesure que le fait entre de plus en plus dans l'organisation même

de la vie. C'est avec le reste qu'est fait le moi expérimental.

Mais ce reste contient encore, chez l'homme normal, un très grand nombre de phénomènes. Il en surgit de nouveaux à mesure que les anciens s'estompent ou s'effacent. Le réflecteur vital oscille au hasard des chocs, orienté tour à tour en des sens divers ; mais il est d'un large diamètre et, dans tous les sens, il recueille d'abondantes clartés. Même quand il semble ne réfléchir qu'une idée unique, cette idée, le plus souvent, est faite d'une multitude d'autres ; si le moi ne voit qu'elle, c'est qu'il se place alors au foyer ; ou si vraiment il ne fixe plus qu'une seule des idées répandues dans le champ de sa vision, le champ reste éclairé, les idées le remplissent en se touchant, pour ainsi dire, par les bords et prêtes à se rappeler l'une l'autre ; de même que l'œil du chasseur, quand il vise le gibier, sent qu'en dehors de ce « point de regard » il y a d'autres êtres encore dans son champ visuel, et que, quand il le voudra, il pourra les voir. L'œil du moi peut faire mieux encore, il peut fouiller dans les coins obscurs et, avec la lumière du réflecteur qui l'accompagne, faire saillir à nouveau les idées que l'habitude avait obscurcies, ou celles encore, du moins quelques-unes de celles qui étaient restées dans la conscience directe et qui, sous ce jet de lumière, se rallument.

Quoi qu'il en soit, le nombre des phénomènes que la conscience embrasse à un moment donné, c'est ce qui constitue le champ de conscience (1) et mesure la richesse du moi. Il varie avec les divers moments de l'existence et surtout avec les divers individus ; il peut descendre jusqu'à l'extrême pauvreté du cataleptique réduit à une seule sensation ; mais le moi

(1) C'est l'expression de P. Janet, *Automat., psych.*, p. 194. Voyez aussi sur ce sujet, pp. 190, 199, 305, 314, 444, 479 ; et G. Dwelshauwers, *La synthèse mentale*, Paris, Alcan, 1908, *passim*.

habituel de l'homme normal comprend un champ de conscience très étendu, c'est un moi relativement riche.

En même temps qu'il est riche, il doit être fort. Ces phénomènes dont il se compose ne sont pas seulement des clartés, mais aussi des forces, des tendances en acte. Elles ne restent donc pas éparses à travers le champ de conscience, elles marchent, elles se joignent, elles s'engrènent, s'éclairant les unes les autres parce qu'elles partent de lumière, se limitant ou se combinant parce qu'elles partent d'activité, constituant de la sorte un moi conscient et actif, souple, élastique, mouvant, sans cesse modifié par la poussée des faits nouveaux, mais les incorporant à mesure sans se désagréger, articulé, solide, résistant, selon la force même de la vie dont il représente l'épanouissement suprême.

Toute vie, en effet, si elle doit être souple pour s'adapter, doit être résistante pour se conserver ; si elle doit être ouverte aux éléments nouveaux, elle doit se les subordonner toujours pour vivre d'eux et les faire vivre en elle, sous peine de se dissoudre en eux. En un mot, elle doit rester *une*, et il faut donc qu'elle se concentre. Plus la vie est intense, plus elle est concentrée : plus son unité est forte. La vie organique, quand elle est intense, assimile et par conséquent concentre avec énergie et rapidité les éléments utiles, en même temps qu'elle élimine ou repousse les matériaux inutilisables, ce qui est une autre forme de la concentration, une autre manière d'être soi, en n'étant rien que soi. La vie consciente fait de même, à la mesure de sa force ; elle harmonise tous les phénomènes qui la composent et les maintient liés en un système qui rapidement assimile toutes les idées homogènes et repousse tout ce qui en troublerait l'harmonie et tendrait à la disloquer (1).

(1) La conscience est une « force unifiante », dit Höffding, *Esquisse d'une*

Tout cela peut se faire par le jeu spontané de la vie, sous la poussée automatique des idées et des tendances (1). La répétition ou le hasard des circonstances a fait dominer tel phénomène ; il évolue en vertu de sa force propre, et peu à peu entraîne les autres dans son orbite, organisant toute la conscience à son profit. Mais ce qu'un hasard a fait, un autre hasard peut le défaire ; ce qui ne domine que par la force fatale peut être dominé à son tour par une autre force fatale. La conscience humaine plonge dans les fatalités de la matière, mais elle peut s'élever plus haut ; si elle ne peut en modifier les lois, elle peut les dépasser et les faire servir à ses desseins. L'idée incline à l'acte dans la mesure même où elle s'engage dans la matière ; il n'y en a pas une qui, par quelques fibres, ne remue en nous quelque chose de fatal. Mais plus l'idée s'éloigne de la matière, plus elle monte vers la lumière et vers la liberté. Or, il y en a qui montent si haut que, par les sommets, elles atteignent à l'abstraction pure. Les idées de bonté, de justice, de devoir ont leurs éléments, leurs racines dans des expériences concrètes, mais elles les dépassent ; elles ne présentent plus ni forme, ni son, ni couleur ; par elles-mêmes (2), elles ne tiennent plus à rien de concret, à rien de matériel, et ainsi elles n'ont plus rien de fatal. Il y a bien quelques vagues images qui les accompagnent, par exemple l'image du mot qui les exprime et qui pourra incliner les lèvres à le prononcer ; mais, par elles-mêmes, elles ne remuent

psychologie fondée sur l'expérience, trad. Poitevin, Paris, Alcan, 1903, 2e édit., p. 209, note.

(1) Mais il faut bien remarquer « que l'association automatique des idées est une chose, et que la synthèse qui forme la perception personnelle... et l'idée du moi en est une autre » (Janet, *Autom.*, p. 435).

(2) Par leur contenu logique, considérées sous cet aspect transcendant. Si on voulait les suivre de haut en bas dans toute leur réalité vivante, on retrouverait la part du sentiment, de la sensation, de l'organisme, nous venons de le dire ; mais la conscience les envisage précisément sous cet aspect transcendant, et dans leur contenu logique.

rien, elles ne pèsent plus avec la mécanique sur l'orientation du moi.

Elles sont comme la boussole sur le navire ; c'est le navire qui la supporte ; mais le navire ou la machine ou le mouvement des flots, s'ils expliquent les oscillations de l'aiguille, ne sont pour rien dans sa direction vers le nord. Et inversement cette direction n'a, par elle-même, aucune prise sur le mouvement du navire. C'est au capitaine, s'il le veut, de lire la boussole et de conformer la marche à ses indications. Ainsi des idées générales : par elles-mêmes, ce ne sont plus des forces mécaniques fatales ; dépouillées de matière, elles ne sont plus qu'idées. Elles montrent le vrai, le bien, le beau. Il dépend de nous de les regarder et de voir si la direction de notre vie concorde avec elles, puis de mettre la main à la barre, c'est-à-dire de fixer l'attention sur les idées concrètes qui nous placent sur leur chemin ; celles-ci, fixées, passent au premier plan, agissent avec leur force propre et avec la force de l'attention qui stabilise leur point d'appui, et ce sont elles qui font évoluer la conscience comme la barre fait virer de bord le navire, ce sont elles qui engrènent avec les nerfs et entraînent les actes.

Les idées concrètes gardent donc la force pratique, parce qu'elles sont liées avec la matière ; mais ce sont les idées générales qui nous apportent, avec la plénitude de lumière, la plénitude de liberté possible à l'homme, et qui, nous donnant le moyen de choisir les forces à mettre au premier plan, nous permettent ainsi d'échapper à notre automatisme, non pas au point de supprimer l'héritage du passé et les données du présent, mais au point de les employer à modifier l'avenir, comme, avec un coup de barre donné à propos, le capitaine emploie les fatalités du navire et de la mer à réaliser son libre dessein.

Les idées générales ont un autre rôle encore à jouer.

Exprimant non plus l'empreinte passagère des choses sur l'organisme, mais les *rapports constants* entre le fond des choses, non seulement elles nous apportent la liberté, puisque ces *rapports* qui ne sont rien de concret, échappent aux prises de la matière ; mais encore elles nous offrent un point fixe, puisque ces rapports sont *constants*.

Les idées concrètes changent, elles sont mouvantes comme les phénomènes qu'elles expriment ; les idées générales sont immuables, parce qu'elles prennent leur objet en dehors du temps et de l'espace ; on a pu les appeler des idées éternelles. Et si c'est d'après cette boussole que nous dirigeons notre vie, elle nous marquera donc toujours la même route ; si c'est d'après ce plan que notre conscience s'organise, elle pourra garder toujours la même forme et la même allure ; et si nous avons le souci de choisir notre idéal en harmonie parfaite avec notre nature et notre destin, c'est à un plein épanouissement de l'être et par suite à une pleine intensité et à une pleine concentration de vie qu'il nous conduira, de sorte que le moi construit avec cette méthode aura la plus large base, s'élèvera aussi haut et sera aussi fort, aussi résistant que la force vitale dont nous sommes pourvus pourra nous le permettre (1).

En résumé, la valeur du moi est constituée par l'étendue du champ de conscience et par la force de la synthèse. L'une et l'autre peuvent présenter tous les degrés imaginables. Le moi est d'autant plus puissant que le champ de conscience est plus étendu et que la synthèse, la concentration harmonieuse des idées, est plus forte. Cette force peut venir du jeu automatique des idées concrètes ; mais elle est plus solide quand

(1) C'est ce que nous avons établi dans le *Gouvernement de soi-même*, IIIe principe, ch. III.

elle est faite sous la direction constante des idées générales et se traduit par la maîtrise de soi.

Il est aisé, sachant comment le moi se constitue, de comprendre maintenant comment il se dissout.

Un champ de conscience trop restreint laisse le moi mal outillé pour bien s'adapter au réel, le prive de données importantes ou même nécessaires et le livre sans défense à l'invasion des idées folles. « Voilà un lion », dit l'hypnotiseur. Si mon moi est riche de sensations et de souvenirs, cette idée d'un lion présent restera inefficace, parce que les autres la réduiront très vite et l'élimineront. Je sais que je suis dans un appartement clos, que les lions ne se promènent guère dans les rues et n'entrent pas par les fenêtres, que mes yeux d'ailleurs ou mes oreilles m'en auraient averti et que, si l'hypnotiseur était sincère, il commencerait par se garer lui-même, je conclus à un mensonge : à une plaisanterie ou à une expérience qu'il a voulu faire à mes dépens. Mais, si ma conscience est pauvre, réduite à quelques phénomènes vagues parmi lesquels domine ma foi dans l'hypnotiseur, cette pauvreté en idées va permettre à l'idée suggérée de s'enrichir pour son compte ; le rétrécissement de ma conscience va favoriser le développement de la suggestion, qui n'y rencontre pas d'obstacle ; si on insiste, si on renforce la suggestion par des éléments coordonnés, si on me détaille la couleur, la forme, les gestes, etc., ces détails que rien ne contredit, vont s'imposer un à un, prendre corps, faire bloc, amener l'hallucination, la croyance à la présence de la bête, et modifier le moi autant qu'il en sera besoin pour le plier à cette conviction.

Par ailleurs, les données importantes et nombreuses qui ont échappé à ce moi très pauvre, sont restées peut-être dans la subconscience, où une oscillation de la conscience réfléchie peut les réveiller brusquement.

Mais, parce qu'elles sont importantes et nombreuses, le moi, surtout s'il est faible, ne pourra pas les assimiler en un clin d'œil, pas plus qu'un mauvais estomac ne digère une nourriture trop abondante ; et alors, s'il n'arrive pas à organiser ces données nouvelles avec les autres, son unité se détend.

Tout ce qui réduit le champ de conscience menace donc le moi de deux façons : par les idées folles qu'il risque de ne pouvoir éliminer, et par l'émergence possible de données subconscientes qu'il risque de ne pouvoir assimiler. Dans les deux cas, la synthèse peut se modifier ou se distendre jusqu'à se rompre (1).

Elle résistera plus ou moins, selon la violence du choc et aussi selon le degré de sa force. Tout ce qui en fait la brise, tout ce qui détruit la concentration du moi, et donc sa cohérence et son unité, le rend méconnaissable, ou plutôt le supprime et le remplace par autre chose. Cette autre chose, c'est ce que nous avons appelé l'état second.

Le champ de conscience trop étroit ; voilà donc le péril lointain ; la faiblesse de la synthèse, de l'harmonie vitale (2) : voilà donc le péril imminent ; sa rupture : voilà enfin la dissolution du moi.

Comment va se produire, dans la vie concrète, cette dissolution ? Comment la concentration du moi normal va-t-elle se détendre jusqu'à se briser ?

Pour le sommeil, rien de plus simple. S'il vient par

(1) Si, par exemple, au lieu de suggérer la présence d'un lion, l'hypnotiseur suggère à ce vieillard qu'il est un enfant ou à cette femme qu'elle est un évêque, la suggestion, si elle est acceptée, refoule la conscience du moi normal qui lui est contradictoire et lui en substitue une autre. — Et si tel sujet qui n'a que des sensations visuelles, recouvre brusquement tous ses sens et, par eux, une foule de sensations et de souvenirs jusque-là subconscients, qui n'engrènent en rien avec son moi habituel, il y a beaucoup de chances pour qu'il se croie une autre personne.

(2) Il est vraisemblable que le rétrécissement de la conscience et la fragilité de la synthèse dérivent l'un et l'autre de la même source, d'une insuffisance de vie ; mais les deux phénomènes peuvent exister l'un sans l'autre.

la fatigue, c'est la sève qui ne monte plus et les sommets de la vie s'étiolent ; c'est la base qui se dérobe et l'édifice de la conscience croule. Si le sommeil vient par un acte du vouloir, il consiste précisément à délier l'attention qui maintenait le moi concentré. Pour *s'endormir*, il faut arriver, par un procédé quelconque, à supprimer l'attention ; par exemple, on la « fixe sur un seul point pour faire s'évanouir tout le reste » et on fait ensuite « s'évanouir l'attention elle-même en l'usant, c'est-à-dire en la fixant sur une sensation ou une image qui par sa répétition monotone impressionne de moins en moins la conscience et finisse par lui échapper » (1). Claparède (2) exprime la même opinion en disant que le sommeil est un acte de *désintérêt*, un acte par lequel on se désintéresse du monde extérieur et de l'adaptation du moi, et il cite, dans le même sens, Bergson et Weygandt ; « Dormir, dit l'un, c'est se désintéresser ; on dort dans l'exacte mesure où l'on se désintéresse » ; l'assoupissement, dit l'autre, est caractérisé par « la perte de la conscience de la situation », en d'autres termes, par la perte de l'attention au moi normal ; cela fait, les idées n'étant plus concentrées en un tout, étant déliées échappent à la synthèse et s'évanouissent : c'est la dissolution du moi, ou bien, elles s'en vont de toutes parts comme des noix quand on supprime le sac qui les contient, et elles se raccordent ensuite au hasard de leur rencontre : c'est l'état second.

Pour le somnambulisme ou hypnotisme spontané, l'état second est créé, dans la plupart des cas, par le sommeil normal, nous l'avons dit, et il ne demande alors pas d'autre explication. Dans les autres cas, il se produit par une émotion brusque, et nous allons la retrouver dans l'hypnotisme artificiel.

Celui-ci démolit le moi habituel soit en supprimant

(1) *Gouvernement de soi-même*, p. 140.
(2) *Ouvr. cité*, p. 307.

directement la synthèse, soit en s'attaquant à sa base, en modifiant le champ de conscience.

Les moyens doux, comme les passes ou la fixation d'un point brillant, sont analogues aux procédés employés pour s'endormir et c'est de la même façon qu'ils suppriment la synthèse. Les moyens violents, tels qu'un jet brusque de lumière ou un bruit strident et imprévu, le fameux coup de gong de la Salpêtrière par exemple, produisent l'émotion-choc, qui a pour effet, non seulement de supprimer l'attention, mais de dissocier la conscience en proportion de la violence du choc et de la fragilité de la synthèse (1). Quand celui-là est assez violent ou celle-ci assez fragile pour que la dissociation aille jusqu'au bout, c'est la catalepsie, la conscience vidée, le moi normal aboli, auquel va succéder un moi nouveau, l'état second. Par la suggestion au contraire on insinue d'abord un élément du moi second qui va, en se développant, refouler le moi normal ; on fait saillir au premier plan soit l'idée simple de dormir (du sommeil hypnotique) qui amène en se réalisant, l'état second, soit un phénomène déjà expérimenté en cet état et qui, par association d'idées (2), ramenant tout son cortège, fera s'évanouir le moi habituel trop faible pour se défendre en assimilant ces données imprévues (3).

(1) *Le Gouvernement de soi-même*, 1er principe, ch. III, G.

(2) Et surtout par la loi de *totalisation*, en vertu de laquelle tout élément qui a fait partie d'une organisation donnée de la conscience, tend à la reproduire. Cf. Höffding, *ouvr. cité*, p. 208.

(3) Voyez Bernheim, *ouvr. cité*, p. 86. — Les fameux *points hypnogènes* n'opèrent, en général, que par l'effet d'une suggestion. Le sujet s'endort ou se réveille quand on touche tel ou tel point de son corps, parce qu'il est suggestible et qu'on lui a suggéré que cette pression aurait ce résultat. Il arrive que certains attouchements, chez certains sujets, produisent l'hypnose en dehors de toute suggestion étrangère ou même de toute prévision de l'hypnotiseur. Même dans ce cas, l'explication sera, pour la plupart du temps, la même : une *autosuggestion* à la place de la suggestion étrangère, voilà tout. Tel malade, par exemple, a eu sa première crise hypnotique après avoir été blessé à l'épaule dans un accident tragique ; un attouchement à l'épaule déclanche, par une association automatique d'idées, l'état de con-

Mais, ici, on ne se contente pas de démolir la synthèse en supprimant l'attention normale ; on s'attache aussi à modifier le champ de conscience. Si, par exemple, on appelle un sujet du nom qu'on lui avait donné dans un état d'hypnose, cela peut suffire à le ramener dans cet état ; c'est parce qu'on a évoqué, avec ce nom, tout un ensemble de phénomènes qui existaient alors et auxquels il revient, mais dans lesquels il ne reconnaît plus son moi normal. Telle malade encore n'a que des sensations visuelles dans son état 1 ; c'est apparemment, puisque les autres organes ne révèlent aucune lésion, que sa vie est trop pauvre pour suffire à tout, pour tout imprégner de conscience ; mais si on lui ferme les yeux, sa vie consciente se dérive aussitôt vers les autres organes, et, à la suite de ces sensations nouvelles, un nouveau champ de conscience se découvre, étranger au premier et sur lequel s'établit l'état second. Inversement si, sans clore les yeux, on renforce par une excitation électrique, les organes trop appauvris pour fonctionner sans secours, le champ de conscience habituel s'augmente de ces données imprévues, de nouveaux phénomènes s'ajoutent donc dans la conscience du sujet, en déformant l'orientation, et y constituant un troisième moi distinct des deux autres (1).

Ainsi, qu'il s'agisse de l'hypnotisme, du somnambulisme ou du sommeil, que ce soit l'attention qui défaille ou que ce soit le champ de conscience qui brusquement se transforme, dans un cas comme dans l'autre, nous

science de la crise, et c'est par là qu'il est *hypnogène* (cf. P. Janet, *Les Névroses*, pp. 237 et suiv., 272). Si, dans tel ou tel cas, toute suggestion est absente, l'effet du point hypnogène pourrait tenir à une émotion-choc provoquée par cette pression (ce que la localisation de ces points spéciaux rend alors très vraisemblable, par le cortège des émotions violentes que leur pression comporte). Il nous semble que, dans ce cas devraient alors rentrer habituellement les points dont la pression endort *et réveille* sans le secours d'aucune suggestion, l'émotion-choc ayant pour effet de dissocier le moi actuel, quel qu'il soit. Nous ignorons si l'expérience confirme cette vue théorique.

(1) P. Janet, *Automatisme, passim.*

comprenons que la conscience actuelle s'écroule, que le moi ne se reconnaisse plus, et que, par suite, le moi nouveau constitue un état second. L'état second par où l'hypnose se confond avec le sommeil, comme l'activité extérieure par où elle s'en distingue, nous a donc fourni sa raison d'être.

En résumé, ces phénomènes, si étrangement complexes, nous ont paru d'une explication simple : une grande loi et deux faits y suffisent. La loi est celle de l'influence de l'idée sur les actes, qui domine toute la psychologie. Le fait saillant est que l'hypnotisme se présente comme une sorte de sommeil. Étant un sommeil, il doit être, comme lui, *un état second de conscience* ; mais c'est encore un fait que si, dans l'hypnotisme, on pense comme dans le sommeil, on agit comme à l'état de veille *sous l'influence des idées*.

En réunissant cette double donnée, *état second de conscience, persistance de l'influence de l'idée sur les actes*, nous avons pu fournir de l'hypnotisme une définition adéquate. Il restait à dire le pourquoi, dans la nature, de cette double donnée. Nous avons vu, en commençant par la seconde, qu'elle rentre dans la loi générale et que l'exception apparente du sommeil normal s'y laisse ramener aussi par un détour, quand elle ne s'explique pas par une loi biologique plus profonde encore, celle de la reconstitution de l'organisme nécessitée par la fatigue. Enfin, en étudiant comment le moi se constitue, nous avons pu comprendre pourquoi et comment il se dissout.

L'explication de l'hypnotisme ne nous paraît pas pouvoir être poussée actuellement au delà de ces limites. Mais c'est une explication, puisqu'elle ramène tout ce que ces phénomènes présentent d'étrange et d'obscur à des faits et à une loi connus.

A. Eymieu.

COURANTS D'ÉTOILES

« Omnis quae videtur secundum locum mutatio, aut est propter spectatae rei motum, aut videntis, aut certe disparem utriusque mutationem. »
(Copernic, *De Revolutionibus*, I, c. 5).

I

DÉPLACEMENTS APPARENTS DES ÉTOILES DÉCOUVERTE DE LEURS « MOUVEMENTS PROPRES »

L'astronomie stellaire se réduisit longtemps à ce très simple énoncé qui traduit l'impression immédiate que nous donne le spectacle du ciel : Les étoiles sont *immobiles* sur la surface d'une sphère en rotation diurne autour d'un de ses diamètres *fixe* dans l'espace.

Une importante découverte d'Hipparque mit en défaut cette loi trop absolue : si elle se prête à l'interprétation de l'immuable régularité dont témoignent des observations contemporaines, les changements que révèle, dans la position des étoiles, la comparaison de ces observations, avec d'autres de dates très différentes, la contredisent. Voici comment Hipparque fit sa découverte et l'explication qu'il en donna.

Il travaillait à la composition d'un catalogue des *fixes*. Deux siècles environ auparavant, Aristylle et Timocharis en avaient dressé un des *étoiles zodiacales*. Prenant dans l'œuvre de ses devanciers les positions qu'ils avaient assignées à ces étoiles, et les comparant

à celles que leur donnaient ses propres observations, Hipparque constata des différences trop considérables pour pouvoir être attribuées à des erreurs accidentelles. Elles présentaient d'ailleurs une allure nettement systématique : tandis que les *latitudes* des étoiles en cause étaient restées les mêmes, leurs *longitudes* avaient toutes augmenté. La variation devait être la même et le phénomène commun à toutes les étoiles, car toutes avaient conservé leurs positions relatives.

Hipparque, qui supposait la Terre immobile, plaça dans le ciel étoilé l'origine de ces changements. Deux hypothèses s'offraient à son choix : conserver la *fixité* dans l'espace de l'axe de la rotation diurne et renoncer à l'*immobilité* des étoiles, pour leur donner un *mouvement commun* autour des pôles de l'écliptique ; ou bien laisser les étoiles *immobiles* et sacrifier la *fixité* de l'axe de la rotation diurne, pour le faire mouvoir lentement autour de l'axe de l'écliptique. C'est à cette seconde hypothèse qu'il s'arrêta.

Si l'on se rappelle que l'astronomie ancienne fait tourner le Soleil autour de la Terre immobile, on n'aura aucune peine à comprendre que les positions des étoiles relatives au Soleil changent incessamment dans cette conception, qui fut celle qu'adopta Ptolémée.

Il en va tout autrement dans la théorie héliocentrique que développe Copernic dans son livre *De Revolutionibus*. Ici, les étoiles, comme le Soleil, sont au repos relatif : les mouvements que l'observation leur attribue sont des *déplacements apparents* où s'inscrivent les mouvements réels de la Terre. Ainsi le phénomène découvert par Hipparque, résulte d'une lente circulation de l'axe de rotation terrestre autour de l'axe de l'écliptique.

C'est sur ce principe de l'immobilité relative du Soleil et des étoiles que s'édifia l'astronomie moderne.

Pendant un siècle et demi, rien ne le contredit ; au contraire, d'importantes découvertes le confirmèrent tour à tour et avec éclat.

La mécanique céleste, fondée par Newton dans son livre des *Principes*, donna, des vues anticipées de Copernic sur la complexité des mouvements de la Terre, l'interprétation la plus nette : la Terre est un sphéroïde aplati ; l'attraction du Soleil et de la Lune sur le renflement équatorial oblige le pôle de l'équateur à circuler autour du pôle de l'écliptique ; c'est le mouvement de *précession* invoqué par Copernic. En même temps, sous l'action de la Lune, l'axe terrestre doit décrire un petit cône autour de sa position moyenne ; c'est le mouvement de *nutation*, dont on découvrit bientôt l'inscription très nette, mais restée inaperçue, dans un balancement des étoiles.

Et tandis que l'observation, devenue plus précise, signalait dans leurs positions d'autres changements jusque-là insoupçonnés, la découverte de la vitesse de la lumière, aboutissant à celle de l'*aberration*, et la mesure des premières *parallaxes stellaires*, les rangeaient le plus naturellement du monde parmi les *déplacements apparents*, en justifiant ainsi, de mieux en mieux, le nom de *fixes* donné aux étoiles.

Un doute cependant restait possible. Cette immobilité dont s'accordent si bien les observations faites à une même époque ne serait-elle pas une illusion due aux distances immenses qui nous séparent des étoiles ? L'éloignement, en effet, peut réduire à ce point les éléments d'un mouvement réel, même très considérable, qu'ils cessent pour nous d'être perceptibles et nous laissent l'impression du repos. Cela peut durer des années ; mais cela ne saurait durer toujours. Le temps supplée à l'imperfection de nos observations et finit par nous révéler l'existence du mouvement là où le repos n'était qu'une trompeuse apparence.

Nous avons donc le moyen d'échapper à l'illusion de l'immobilité des étoiles — si c'en est une — c'est d'opposer à l'influence des grandes distances sur nos observations, la puissance des longues durées.

Rien de plus simple en théorie ; toutes les difficultés sont d'ordre pratique, et elles sont considérables.

Pour pouvoir contrôler le repos relatif du Soleil et des étoiles au cours du temps, il faudrait que nous pussions *connaître et comparer entre elles* les directions suivant lesquelles, du point de l'espace occupé par le centre du Soleil, on eût vu autrefois et on verrait aujourd'hui les étoiles. Mais c'est de la Terre et non du Soleil que l'homme regarde le ciel. Comment nos observations terrestres pourraient-elles nous fournir ces directions comparables entre elles ? Elles les contiendraient donc incluses dans leurs propres résultats ? — Oui, elles les contiennent, mais comme l'alliage contient le métal fin, mêlées aux éléments étrangers que l'atmosphère qui nous entoure et les mouvements multiples qui nous emportent y ont ajoutés. Aussi n'est-ce qu'au prix d'un immense travail qu'on peut les en dégager.

Pour y réussir il ne suffit pas d'accumuler un très grand nombre d'observations des mêmes étoiles, échelonnées à de longs intervalles de temps ; il faut disputer les renseignements que chacune de ces observations renferme à la réfraction, aux erreurs instrumentales et personnelles, à l'aberration et, au besoin, à la parallaxe annuelle ; il faut, de plus, les ramener toutes aux mêmes plans fondamentaux, en tenant compte de la précession des équinoxes et de la nutation de l'axe de la Terre qui les rendent incessamment variables ; ajoutons que ces corrections et ces réductions, très laborieuses et très délicates, supposent la connaissance d'un certain nombre de constantes dont la détermination a exigé des observations et des calculs sans fin.

Bref, il faut utiliser toutes les conquêtes de l'astronomie d'observation, mettre en œuvre toutes ses ressources, et appeler à son aide ces méthodes de calcul, créées par le génie mathématique, qui rendent possible et féconde la mise en commun d'observations isolées et les font concourir de concert à l'exactitude du résultat... Mais enfin, le but est accessible, et l'effort persévérant y parvient.

Nous connaîtrons donc les directions suivant lesquelles un groupe nombreux d'étoiles auraient été vues du centre du Soleil, il y a un siècle, par exemple, et celles suivant lesquelles on les verrait aujourd'hui. Si les différences que présentent entre elles ces directions, l'emportent sur les écarts inévitables, provenant de la compensation imparfaite des erreurs d'observation et des valeurs approchées des constantes employées dans les réductions — écarts dont on connaît d'ailleurs approximativement l'étendue — le principe de l'immobilité relative du Soleil et des étoiles sera condamné : il faudra alors chercher, comme nous avons vu que le fit Hipparque dans un cas analogue, quel mouvement il convient d'attribuer au Soleil ou aux étoiles, ou au Soleil et aux étoiles pour répondre le mieux possible aux indications des observations.

Personne, jusqu'aux premières années du XVIIIe s., ne semble avoir pressenti que cette nécessité pèserait un jour sur les théories astronomiques. Tous croyaient les étoiles *fixes* et s'en servaient comme de repères immobiles pour jalonner sur la sphère la route des astres errants, lorsque Halley, en 1718, annonça que les latitudes obtenues par Flamsteed pour Aldébaran, Sirius et Arcturus, lui semblaient différer de celles qu'avaient déterminées les astronomes d'Alexandrie. Il jugeait également téméraire d'attribuer ces écarts au peu d'exactitude des observations

anciennes, ou d'y voir la preuve suffisante que certaines étoiles au moins n'étaient pas immobiles. Pour trancher la question, des recherches plus étendues s'appuyant sur des données plus sûres étaient nécessaires.

On ne tarda pas à s'y livrer.

Jacques Cassini, Tobie Mayer, Maskelyne, Bradley, Lalande,... en comparant des observations moins éloignées mais plus précises, mirent hors de doute la réalité et la généralité du phénomène : *les étoiles se meuvent relativement au Soleil.*

Cette découverte ouvrait aux astronomes des perspectives infinies ; mais combien d'obstacles ils auraient à vaincre pour orienter leurs premiers pas !

Les étoiles sont si éloignées de nous ! De leurs mouvements relatifs dont il s'agit ici, les observations visuelles n'atteignent que la composante normale à la ligne de visée, et elle est toujours si petite ! La plus forte qui ait été signalée jusqu'ici mesure 870″ par siècle, et elle est exceptionnelle. La nature et la grandeur réelle de ces mouvements échappent donc à l'observation. On les suppose uniformes : l'immense éloignement des étoiles justifie cette hypothèse, et rien dans l'état actuel de l'astronomie n'en impose ni n'en suggère une autre. Dans le même ordre d'idées, on les confond avec les petits arcs de grand cercle qui les mesurent.

Les premiers observateurs ont donné à ces déplacements sur la sphère le nom de *mouvements propres* des étoiles, et il leur est resté ; il prête cependant à la confusion.

Dans la pensée de ceux qui ont imaginé cette expression, elle était peut-être synonyme de *mouvements réels* des étoiles : elle rappelait à la fois le *phénomène* et l'*interprétation* qu'ils en donnaient. Elle désigne aujourd'hui les mouvements stellaires

différents des déplacements apparents qui résultent des mouvements de la Terre et du mouvement orbital des étoiles multiples, et abstraction faite de leur origine ; c'est dans ce sens que nous l'emploierons.

Sans doute, dans l'hypothèse de l'attraction universelle étendant son empire sur toute matière, on a peine à concevoir l'immobilité des étoiles, et on place d'instinct la raison de l'harmonieux équilibre de l'univers dans des révolutions gigantesques de tous ces mondes lointains. S'il en est ainsi, pourquoi notre Soleil, en tout semblable à ses frères de l'espace, ne participerait-il pas aux chœurs des astres en y entraînant son cortège de planètes ?

Des trois hypothèses explicatives possibles des *mouvements propres* des étoiles : la translation du système solaire, les étoiles restant fixes ; la translation réelle des étoiles, le Soleil demeurant au repos ; le mouvement simultané du Soleil et des étoiles, la première est la plus simple et, à ce titre, mérite de retenir d'abord l'attention ; la seconde, au point de vue cinématique, en diffère pas de la première ; la troisième, la plus complexe, paraît *à priori* la plus vraisemblable.

On en fit très tôt la remarque :

« Les mouvements propres des étoiles sont dus à deux causes combinées, écrivait Lambert, en 1761 : leur déplacement effectif et le déplacement du Soleil lui-même, et il y aura peut-être là un moyen de conclure vers quelle région du ciel notre Soleil prend sa course. »

Quelques années plus tard, P. Prévost tentait, sans succès, de résoudre le problème posé par Lambert. W. Herschel, le premier, sut y réussir.

II

TRANSLATION DU SYSTÈME SOLAIRE

Étudions la première hypothèse ; et tout d'abord voyons quelles propriétés elle impose aux mouvements propres stellaires.

Nous supposons donc que les étoiles sont immobiles et que le système solaire se meut, uniformément et en ligne droite, vers un point du ciel auquel W. Herschel a donné le nom d'*apex* ; appelons *antiapex* le point de la sphère céleste diamétralement opposé.

Le Soleil nous emporte avec lui, et les étoiles défilent sous nos yeux, avec une infinie lenteur grâce à leur immense distance, à la façon du paysage sous les yeux d'un voyageur qu'emporte un véhicule : leurs *mouvements propres* ne sont que des déplacements apparents — appelons-les *parallactiques* pour rappeler leur origine — et il est aisé d'en donner la loi.

Imaginons, tracés sur la sphère, des grands cercles passant par l'apex et l'antiapex ; nous les nommons *cercles parallactiques :* chaque étoile a le sien. Menons un plan perpendiculaire à la trajectoire rectiligne du Soleil : il tracera, sur la sphère, l'*équateur parallactique*, lieu des pôles des *cercles parallactiques :* Chaque étoile se déplacera sur son cercle parallactique en s'éloignant de l'apex, si elle est située dans l'hémisphère parallactique qui contient ce point ; en se rapprochant de l'antiapex, si elle appartient à l'hémisphère opposé. La grandeur de son déplacement sur la sphère sera inversément proportionnelle à sa distance au Soleil, et directement proportionnelle au sinus de sa distance angulaire à l'apex. Au voisinage de l'apex et de l'antiapex, les déplacements seront donc extrême-

ment lents et divergents; ils seront maximum et parallèles à l'équateur parallactique (1).

Tout cela se vérifierait encore, et dans les moindres détails, si, le Soleil étant *immobile*, toutes les étoiles avaient le même mouvement, rectiligne et uniforme, parallèle et de sens contraire à celui que nous venons d'attribuer au Soleil ; c'est un cas particulier de la seconde hypothèse : l'*apex* deviendrait le *radiant* de ce courant d'étoiles, et l'*antiapex* le point de fuite de leurs trajectoires parallèles. Au point de vue cinématique, ces deux hypothèses sont absolument équivalentes. Il faut bien nous en tenir au langage de l'une ou de l'autre. Gardons celui de la première : les étoiles sont immobiles, le Soleil seul se meut.

Nous venons de voir quelles seraient, dans cette hypothèse et en supposant connue la position de l'apex, les propriétés qu'auraient les mouvements propres des étoiles. Cette description nous trace la marche à suivre pour résoudre la question qui se pose en réalité : l'aspect des mouvements propres des étoiles, tel que le révèle l'observation, est-il celui qu'exige cette hypo-

(1) Si l'on désigne par c le déplacement linéaire annuel du Soleil, par p l'arc, toujours très petit, du mouvement parallactique annuel d'une étoile dont la distance au Soleil est ρ et Δ la distance angulaire à l'apex, on a

$$p = \frac{c}{\rho} \sin \Delta,$$

ou, en désignant par ω la parallaxe annuelle de cette étoile et D la distance du Soleil à la Terre,

$$p = \frac{c\omega}{D} \sin \Delta.$$

Si l'on connaissait la position de l'apex, la valeur de Δ s'en déduirait pour une étoile quelconque. Si, en outre, on connaissait pour une étoile, p et ω, on calculerait c, ou le déplacement annuel du Soleil ; enfin connaissant c, on calculerait pour toute étoile dont on aurait mesuré p, la parallaxe ω, qui ferait connaître sa distance au Soleil. Mais la réalité est bien éloignée de cette belle simplicité.

C'est par distraction évidemment que M. André écrit, dans son excellent *Traité d'Astronomie stellaire* (t. I, p. 186) : « Dans chacun des hémisphères découpés par l'équateur parallactique, le déplacement parallactique éloigne les étoiles, dans l'un de l'apex et dans l'autre de l'antiapex. »

thèse ? Les pôles des grands cercles suivant lesquels s'effectuent ces mouvements tendent-ils à se grouper sur un grand cercle de la sphère ? — Au voisinage de ce grand cercle, les arcs des mouvements propres approchent-ils du parallélisme ? Ce grand cercle remarquable sera l'*équateur parallactique*, et ses pôles seront l'apex et l'antiapex. — Ou bien encore, les arcs des mouvements propres, prolongés jusqu'à leurs intersections, en sens inverse du déplacement, se coupent-ils, non pas rigoureusement au même point — ce serait trop exiger de l'exactitude des données d'observation — mais en une même région très resserrée de la sphère ? Le calcul se chargera de désigner, dans cette région, la position la plus probable de l'apex.

C'est à cette dernière épreuve qu'Herschel soumit tout d'abord les mouvements propres d'un nombre restreint d'étoiles. Le résultat fut encourageant. L'accumulation des points d'intersection, dont nous venons de parler, de ceux surtout qui appartenaient aux mouvements des étoiles les plus brillantes du groupe, témoignait de l'existence probable du transport du système solaire, et indiquait, comme position approximative de l'apex, le voisinage de λ *Hercule*. Toutefois, l'imprécision du résultat général, les écarts qui s'y manifestaient, laissaient entrevoir surtout — ce que les travaux ultérieurs ont mis de plus en plus en lumière — l'inextricable complexité du problème : vraisemblablement le Soleil n'est pas seul à se mouvoir ; les étoiles en font autant. Leurs mouvements particuliers se mêlent donc au déplacement parallactique, et, de la résultante, les observations visuelles nous livrent la composante normale à la ligne de visée. Comment faire le départ de ce qui appartient, dans les *mouvements propres*, au transport solaire, de ce qui revient aux mouvements particuliers ?

Envisagé sous cet angle, le problème ne paraît sus-

ceptible de solution qu'à la condition de reconnaître — ou, au besoin, de donner — au déplacement parallactique et aux mouvements particuliers des propriétés qui les distinguent et dont le calcul puisse s'emparer pour les séparer. Le déplacement parallactique est *systématique :* c'est *dans le même sens,* opposé à celui du transport solaire, qu'il entraîne toutes les étoiles. Nous ne savons rien des *mouvements particuliers :* nous *supposerons* qu'ils n'ont rien de systématique, qu'ils sont livrés au hasard. Ce sera là, si l'on veut, une hypothèse provisoire, que permet notre ignorance de la réalité ; elle a le mérite de rendre abordable le problème que nous prétendons résoudre, et la solution qu'elle nous en fournira lui servira de contrôle.

W. Herschel et, après lui, la plupart des astronomes qui ont abordé l'étude du transport solaire ont mis cette hypothèse à la base de leurs recherches. Ils ont supposé que les étoiles *n'ont d'autre déplacement d'ensemble que leur déplacement parallactique, et que leurs mouvements particuliers se font indifféremment dans toutes les directions de l'espace.*

A un observateur placé en dehors de notre système solaire, la multitude de ces points lumineux offrirait donc le spectacle non d'une armée disciplinée, mais d'une foule confuse, errant à l'aventure. Si cet observateur était physicien, une autre comparaison, sans doute, lui viendrait à l'esprit : l'univers étoilé lui rappellerait une masse gazeuse dont les molécules obéissent à la loi de Maxwell pour la répartition des vitesses. Les étoiles dans notre hypothèse, ont, en effet, comme ces molécules, des vitesses particulières de toutes directions, et dont les grandeurs se rangent, sans préférence, au-dessus ou au-dessous de leur *valeur moyenne.*

Il reste maintenant à combiner, par des méthodes connues appropriées à ce genre de travail, les *mouvements propres* d'un très grand nombre d'étoiles de

telle façon que leurs éléments *systématiques*, provenant du transport du système solaire, travaillent de concert à dégager les inconnues du problème — les coordonnées de l'apex — et à en donner des valeurs de plus en plus exactes ; tandis que leurs éléments *accidentels*, dus aux *mouvements particuliers* des étoiles, s'épuisent en efforts désordonnés à fausser ces valeurs.

Les premières recherches de W. Herschel, nous l'avons vu, rendaient probable le transport du système solaire, mais elles laissaient à l'illustre astronome la tâche plus difficile de déterminer aussi exactement que possible la position de l'apex (1). Il s'y employa dans des travaux justement célèbres qui ont pour base, répétons-le, cette hypothèse d'un univers stellaire d'où les *mouvements d'ensemble* seraient bannis et où les *mouvements particuliers* se feraient indifféremment dans toutes les directions.

C'est à des constructions graphiques qu'il a recours. Prenant comme point de départ la position provisoire de l'apex que lui ont fournie ses premières recherches, il la modifie, par tâtonnements successifs, de façon, dit-il, « to reduce the proper motions (les mouvements *particuliers*) of the stars to their lowest quantities ». « The apex of the solar motion, dit-il encore, ought to be so fixed as to be equally favourable to every star. » De fait, il cherche à rendre aussi petite que possible la somme des produits du mouvement propre de chaque étoile par le sinus de l'angle compris entre la direction observée de ce mouvement et la direction parallactique.

Il aboutit ainsi à placer l'apex au point du ciel qui a pour coordonnées

(1) Herschel s'attache également à calculer la *grandeur du mouvement solaire*. Nous laissons de côté cette partie du problème : elle nous engagerait dans des explications trop longues, et les valeurs numériques, très différentes et, par suite, très incertaines qu'on donne de cette grandeur, sont sans rapport avec notre sujet.

$$AR = 245°52', \quad D = +49°48'$$

dans le voisinage de l'étoile τ *Hercule*.

L'effort accompli par Herschel fut considérable et dirigé avec une admirable habileté. Tous rendirent hommage à son génie ; mais ses conclusions ne furent pas de prime abord unanimement acceptées, et la question du mouvement propre du Soleil fut longtemps encore un sujet de controverse parmi les astronomes.

L'autorité de Bessel donnait aux adversaires des idées d'Herschel un appui considérable. « La théorie des mouvements propres, écrivait-il en 1818, est encore complètement inconnue. » Le savant astronome avait, à son tour, abordé le problème par une méthode analytique dont voici le principe. Si le Soleil seul se mouvait, un grand cercle — l'équateur parallactique, nous en avons fait la remarque — serait le lieu des pôles des cercles parallactiques des étoiles suivant lesquels s'effectueraient leurs mouvements propres. Si, de plus, les étoiles sont animées de mouvements particuliers, *dirigés indifféremment dans toutes les directions de l'espace*, les pôles des grands cercles suivant lesquels s'effectueraient les *mouvements propres* cesseraient sans doute de se ranger sur un même grand cercle de la sphère, mais ils présenteraient une *zone de condensation* ; le grand cercle qui se rapprocherait le plus de leur ensemble serait l'équateur parallactique dont les pôles seraient l'*apex* et l'*antiapex* du mouvement solaire.

Cette méthode, appliquée à un certain nombre de mouvements propres choisis parmi les plus considérables, conduisit Bessel à des résultats qui lui parurent infirmer les conclusions d'Herschel, ou au moins les remettre en question. Et la controverse se prolongeait : Biot et Lindeneau luttant aux côtés de Bessel, et les

efforts de Gauss ne parvenant pas à résoudre victorieusement leurs objections. On en était là quand l'intervention d'Argelander fit triompher définitivement la théorie du transport du système solaire.

Dans la méthode d'Argelander, comme dans celle de Bessel, l'analyse remplace les constructions graphiques. On part de la position de l'apex déterminée par Herschel et l'on cherche, par approximations successives, à atteindre l'apex vrai, en s'imposant la condition que la somme des carrés des angles compris entre les *directions observées* des mouvements propres d'un très grand nombre d'étoiles et les *directions parallactiques*, multipliées respectivement par le sinus de la distance angulaire de chaque étoile à l'apex, soit un minimum.

La netteté du résultat dissipa tous les doutes : le Soleil et les étoiles ont une translation relative que l'énoncé du problème attribue au Soleil. Les coordonnées de l'apex, pour l'époque 1800, 0, étaient

$$AR = 259^\circ 51',8, \quad D = +32^\circ 29',1.$$

Le point ainsi défini sur la voûte céleste est situé vers le milieu de la constellation d'Hercule ; il n'est pas très éloigné de l'apex qu'avait indiqué Herschel.

La méthode d'Argelander fut suivie de l'invention de plusieurs autres. Les formes varient, mais l'essence reste la même : la mise en équation du problème dépend du point de vue particulier auquel se place le calculateur, mais l'hypothèse fondamentale qui permet d'écrire ces équations et de les combiner entre elles, est toujours la même : *les étoiles n'ont point de mouvement d'ensemble, et leurs mouvements particuliers se font en tous sens avec une égale facilité.*

Dans ces conditions, l'interprétation du résultat s'impose : ce sont les coordonnées de l'*apex solaire* qu'il nous fournit. Mais il convient de ne point perdre

de vue que l'on peut y voir autre chose. Imaginons le *Soleil fixe ;* donnons au *système stellaire* une *translation rectiligne et uniforme,* et supposons que les *mouvements particuliers* des étoiles, dans leur ensemble en translation, se fassent indifféremment dans toutes les directions. Rien d'essentiel ne sera changé dans les calculs : ils se dérouleront de la même manière pour aboutir au même résultat numérique ; seulement ce résultat, que l'on appelait tantôt les *coordonnées de l'apex solaire,* s'appellera maintenant les *coordonnées du radiant du système stellaire en translation.* C'est la première interprétation qui a prévalu ; nous garderons donc à ce point le nom d'*apex.*

La multiplicité des méthodes et l'application répétée de chacune d'elles à des groupes d'étoiles différents, en vue de déterminer la position de l'apex, n'ont pas abouti, comme on aurait pu s'y attendre, à nous la faire connaître de mieux en mieux : les résultats obtenus sont, en effet, trop discordants pour qu'on puisse tirer de leur rapprochement une approximation précise de cette position.

Disons en passant qu'on n'a pas été plus heureux en substituant les observations spectrales aux observations visuelles, les composantes radiales des mouvements stellaires à leurs composantes normales à la ligne de visée. L'étude des vitesses radiales des étoiles, leur mesure par le spectroscope et l'application du principe Doppler-Fizeau, ouvrent sans doute une autre voie à la solution du problème ; mais les difficultés qu'y accumulent l'infinie délicatesse des observations, leurs résultats relativement peu nombreux, et surtout la grande incertitude qui entoure encore les données nécessaires à leur réduction au Soleil, ont fait que, jusqu'ici du moins, l'emploi de cette méthode s'est borné à quelques essais qui n'enlèvent rien à l'impression que laissent les conclusions précédentes. Nous ne nous y arrêterons pas.

Revenons aux méthodes précédentes.

A quoi tient donc leur insuccès relatif ? Pourquoi nous font-elles piétiner sur place ? D'où vient cette incertitude dans laquelle nous laisse la discordance de leurs résultats sur la vraie direction du mouvement de translation du système solaire ? — Sans doute, en grande partie, de la difficulté qu'il y a à discerner l'effet du déplacement parallactique de celui des mouvements particuliers des étoiles. Mais ne serait-ce pas aussi qu'on s'y est mal pris pour faire ce discernement ? Les méthodes qu'on a employées reposent toutes, nous l'avons vu, sur cette hypothèse : les étoiles n'ont pas de mouvement d'ensemble, et leurs mouvements particuliers se font indifféremment dans toutes les directions. En est-il ainsi ? Le doute est permis. Il faut donc, pour aborder le problème, prendre un autre biais.

Bravais en faisait déjà la remarque en 1843 : « Est-il nécessaire, écrivait-il (1), que les mouvements des étoiles se fassent en tous sens avec une égale facilité ? » Non évidemment. « Il est donc utile de rendre la question du mouvement solaire indépendante d'un semblable *postulatum*. » Et il expose une méthode nouvelle qui s'en passe. « Elle se base, dit-il, sur des considérations *mécaniques* : elle donne la composante de la vitesse solaire en fonction de quantités inconnues, il est vrai, telles que les masses des étoiles et leurs distances à la Terre ; mais au point de vue théorique il est permis de les supposer connues, puisque notre ignorance à leur égard n'est que passagère et tend chaque jour à se dissiper. Dans cette méthode, les pétitions de principe, basées sur des probabilités, ne sont pas entièrement éliminées : mais elles y sont réduites, si je ne me trompe, aux termes les plus simples possible. »

(1) JOURNAL DE MATHÉM. PURES ET APPLIQUÉES (Liouville), t. VIII, 1843. *Mém. sur le mouvem. propre du système solaire dans l'espace*, pp. 435-488.

Nous ne pouvons analyser ici ce mémoire ni l'application qui y est faite à la détermination des éléments du mouvement solaire, à la faveur d'hypothèses simplificatrices sur les masses des étoiles et leurs distances à la Terre. Bornons-nous à en extraire les coordonnées de l'apex. Bravais trouve, pour l'ascension droite, 248° 53′ et, pour la déclinaison, + 31° 17′ ; ce résultat se rapproche de celui d'Argelander.

La méthode de Bravais, oubliée semble-t-il, est revenue récemment au jour. Un élève de M. Kapteyn, M. Weersma, en a fait une nouvelle application que les progrès de l'astronomie ont permis de rendre plus précise (1). En voici les conclusions qui nous intéressent :

Il ne semble y avoir aucune raison d'admettre l'existence d'une différence réelle entre les coordonnées de l'apex fournies par des groupes d'étoiles différents par leur latitude galactique.

Les résultats divergent un peu plus quand on groupe des étoiles de différents types spectraux, mais pas assez pour qu'on puisse y voir la preuve que ces différences existent en réalité.

Le résultat final des recherches de M. Weersma fixe l'apex à la position suivante :

$$AR = 267^\circ,7 \pm 0^\circ,8 \quad \text{et } D = +31^\circ,4, \pm 1^\circ,1.$$

Ainsi, quand Bravais écrivait son mémoire, en 1843, le doute planait sur la légitimité de l'hypothèse fondamentale des méthodes employées jusque-là, et c'est ce doute qui l'amène à en créer une autre, indépendante de cette hypothèse. Il s'imposa plus impérieusement à la suite des recherches de M. Kobold sur les mouvements propres stellaires : il paraissait, en effet, en résulter

(1) *A determination of the apex of the solar motion according to the method of Bravais*, by H. A. Weersma : n° 21 des PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL LABORATORY AT GRONINGEN. — Un fasc. in-4° de 74-XXXI pages, texte et tables. Groningen, Hortsma Brothers, 1908.

que les directions des mouvements particuliers des étoiles n'étaient pas régies par le hasard comme on l'avait supposé. Il importait de rechercher à quelles lois ils obéissent.

C'était poser aux astronomes un problème du plus haut intérêt, mais combien difficile ! L'honneur de l'avoir abordé de front revient à M. Kapteyn dont il nous reste à exposer les travaux ; nous y joindrons ceux qu'ils ont provoqués et qui en appuient les conclusions principales.

III

MOUVEMENTS D'ENSEMBLE DES ÉTOILES

C'est en 1905 que M. Kapteyn présenta au Congrès de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, qui, cette année, tint ses assises à Cape-Town et à Johannesburg, un mémoire sur les *Courants d'étoiles*, où le savant astronome résume ses travaux sur les mouvements propres stellaires et en expose les résultats (1).

Il s'ouvre par une discussion méthodique et serrée de l'hypothèse qui a servi jusque-là de base aux recherches relatives au transport du système solaire dans l'espace : les mouvements particuliers des étoiles se font indifféremment dans toutes les directions. Les données d'observation s'en accordent-elles, ou nous imposent-elles d'y renoncer ?

Acceptons provisoirement l'hypothèse et faisons un instant abstraction du transport solaire : les étoiles n'ont d'autres mouvements que leurs mouvements particuliers de directions indifférentes ; quel aspect leurs

(1) *Star streaming*. REPORT OF THE BRITISH ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE, 1905, pp. 257-265.

déplacements vont-ils nous offrir ? Ce sera manifestement l'image du chaos et de l'incohérence, si nous embrassons d'un même regard toute la sphère. Mais fixons notre attention sur une très petite région riche en étoiles. Réunissons, par la pensée, tous ces points brillants, vus en perspective sur la sphère, en un même centre et abandonnons-les à leurs mouvements particuliers : ils vont s'écarter de ce centre dans toutes les directions indifféremment. Sans doute, toutes ces étoiles ne sont pas à la même distance de la Terre et, dès lors, leurs *écarts apparents* seront d'autant plus petits, toutes choses égales d'ailleurs, que ces distances seront plus grandes. Toutes n'ont pas non plus nécessairement le même déplacement réel, et nous ne voyons, de ce déplacement, que la composante normale à la ligne de visée : elles ne se retrouveront donc pas, après un certain temps, distribuées sur la circonférence d'un cercle dont le point de rassemblement serait le centre ; mais le cercle tracé de ce point comme centre, avec un rayon égal au déplacement moyen de ce groupe nombreux d'étoiles, ne fournira pas moins un excellent *diagramme* pour peindre aux yeux le résultat de la dispersion que nous étudions.

En effet, si les mouvements particuliers de ces nombreuses étoiles se font, comme nous l'avons admis, dans toutes les directions *indifféremment*, et si cela se vérifie, comme on le suppose, à toutes distances, on conçoit que, en moyenne, à un groupe de mouvements dans un sens correspondra un autre groupe de mouvements de même ordre, diamétralement opposés ; la distribution des déplacements, à partir du point de rassemblement, sera donc *symétrique*, de cette symétrie *indifférente* à la direction qui est celle du cercle : M. Kapteyn l'appelle une *symétrie radiale*, et elle est bien caractéristique de l'aspect des déplacements stellaires, étudiés dans une petite région du ciel, dans

l'hypothèse du Soleil au repos et des mouvements particuliers des étoiles régis par le hasard. L'image schématique reproduira d'autant plus fidèlement la réalité, que les étoiles qui ont servi à la tracer seront plus nombreuses.

Rendons maintenant au système solaire son mouvement de translation dont nous l'avions momentanément dépouillé. Quelle transformation subira le *diagramme circulaire* des mouvements particuliers des étoiles? En d'autres termes, quel aspect nouveau nous présenteront les déplacements stellaires et quelle en sera la caractéristique ?

Aux déplacements particuliers des étoiles, se superpose maintenant leur mouvement parallactique, que nous avons décrit plus haut. Que verrons-nous ?

Dans les environs immédiats de l'apex et de l'antiapex, les mouvements parallactiques des étoiles les portent en tous sens, non moins que leurs mouvements particuliers. Pour les régions qui auraient ces points comme centres de rassemblement, rien d'essentiel ne sera donc changé. Mais à mesure que nous nous rapprochons de l'équateur parallactique, les mouvements parallactiques dans une même région ont une tendance au parallélisme qui s'accuse de plus en plus. En resserrant la plage considérée du ciel dans des bornes suffisamment étroites, nous pouvons, sans erreur sensible, considérer ces mouvements comme parallèles. Là donc, les étoiles d'un même groupe, tout en s'éparpillant individuellement, comme nous l'avons décrit, subissent en outre une *translation d'ensemble* apparente, parallèle à la direction du cercle parallactique qui passe par le centre de la région. Dans ces conditions, l'aspect des mouvements apparents cesse d'affecter la *symétrie radiale* des déplacements particuliers considérés seuls.

Pour chaque étoile du groupe, à la composante,

suivant son cercle parallactique, de son déplacement *particulier*, s'ajoute maintenant son *mouvement parallactique*. Celles que le hasard avait lancées dans la direction même du mouvement parallactique ou en sens inverse conservent leur direction, mais modifient leur vitesse apparente, en l'augmentant si elles cheminent vers l'antiapex, en la diminuant si elles tendent vers l'apex. Toutes les autres, dans leur mouvement apparent, abandonnent la direction de leur mouvement *particulier* pour en prendre une nouvelle qui rencontre, sous un angle plus aigu, la direction du mouvement *parallactique*. Le diagramme circulaire s'étire, s'allonge, dans la direction du mouvement parallactique ; il se rétrécit dans la direction perpendiculaire.

Sans doute, toutes les étoiles du même groupe ne sont pas à la même distance de la Terre et, dès lors, le déplacement parallactique n'est pas le même, en grandeur, pour chacune d'elles. Mais si ces étoiles sont nombreuses de part et d'autre de la direction du cercle parallactique central de la région, les grandeurs moyennes apparentes de leurs déplacements parallactiques ne se distribueront pas moins symétriquement de part et d'autre de la direction de ce cercle, ou de l'axe allongé du diagramme, et d'autant plus correctement que les étoiles du groupe étudié seront plus nombreuses.

A la *symétrie radiale*, qui caractérisait tantôt les déplacements particuliers de ces étoiles, considérés seuls, se substituera donc une *symétrie latérale*, analogue à celle d'un contour elliptique par rapport à son grand axe. Relativement au centre de rassemblement, la figure schématique caractéristique des *mouvements propres* présentera donc un *maximum unique* dans la direction de l'antiapex, un *minimum*, *unique* aussi, à l'opposé, et ses deux parties situées de part et d'autre de l'axe de symétrie seront à peu près superposables par retournement.

Telles sont les conclusions que M. Kapteyn déduit de l'hypothèse que les mouvements *particuliers* des étoiles n'ont de préférence pour aucune direction. Si les données de l'observation s'y adaptent, l'hypothèse en sera confirmée. Si, au contraire, elles refusent de s'y plier, il faudra l'abandonner et chercher, en dehors d'elle, l'interprétation des faits. Tel est le critère que se donne M. Kapteyn. Voyons comment il l'applique.

Il prend comme base de ses recherches les mouvements propres de plus de 2400 étoiles cataloguées par Bradley, en 1755, et soumises plus récemment à des observations répétées. De la comparaison de leurs positions à ces deux époques, il déduit la direction et la grandeur de leurs mouvements propres pour une durée d'un siècle et demi.

L'ensemble de ces étoiles est réparti sur les deux tiers environ de la sphère céleste. M. Kapteyn divise ce territoire en vingt-huit régions et il construit, pour chacune d'elles, le diagramme des mouvements propres par une méthode absolument analogue à celle que nous avons décrite.

Après avoir représenté le cercle parallactique du centre de la région, il porte, sur une droite formant avec cette direction un angle de 15°, une longueur proportionnelle à la somme de tous les mouvements propres qui s'effectuent dans le secteur de 0° à 30°. Un vecteur du même genre, incliné à 45° sur l'axe, représente la somme des mouvements propres du secteur de 30° à 60°, et ainsi de suite. Pour achever le diagramme, M. Kapteyn relie par des segments rectilignes les extrémités de ces vecteurs.

Que révèlent ces diagrammes? — Pas un seul d'entre eux ne présente la *symétrie latérale* attendue. Les écarts sont considérables, beaucoup trop pour qu'il soit permis de les porter en compte soit aux erreurs d'observation, soit à celles que la valeur incertaine

de la précession a pu y introduire ou qui auraient pu entacher les travaux de Bradley.

Mais une difficulté surgit qu'il faut écarter avant de pouvoir conclure. A la base des constructions de M. Kapteyn se trouve la détermination des cercles parallactiques qui passent par les centres de ces vingt-huit régions étudiées. L'auteur suppose donc que l'apex solaire est un point défini, de coordonnées connues. Or, nous savons que la position assignée à l'apex reste flottante et, ce qui semble plus grave, la méthode que M. Kapteyn emploie à la calculer est tributaire de l'hypothèse même des mouvements stellaires indifférents que sa critique met en cause. Lui-même a soin d'en faire la remarque.

Mais la difficulté s'évanouit d'elle-même devant cette constatation : l'*existence des écarts* que manifestent les diagrammes des mouvements propres comparés à ceux de la *symétrie latérale* ne dépend pas de la position donnée à l'apex. M. Kapteyn s'en est assuré en recommençant plusieurs fois la construction de ses diagrammes après avoir, chaque fois, déplacé la position de l'apex en ascension droite et en déclinaison : les écarts des diagrammes subsistent sans modification notable.

D'ailleurs l'emploi de l'apex déterminé par Bravais, au moyen de sa méthode mécanique, indépendante de l'hypothèse en cause, ne change rien aux résultats ; il est permis de penser, dit M. Kapteyn, que la position de l'apex que fournira une nouvelle application de la méthode de Bravais, ne différera guère de celles qu'ont données les meilleures déterminations faites de nos jours par d'autres procédés. Nous avons vu que le travail de M. Weersma lui a depuis donné raison.

Enfin, M. Kapteyn s'est appliqué à la contre-épreuve. Laissant de côté toute détermination préalable de l'apex, il s'est évertué, sans succès, à faire apparaître

la symétrie latérale dans ses diagrammes. Lorsque, par le choix convenable d'un axe, il se donnait un élément de symétrie, aussitôt la dissymétrie réapparaissait, affectant un autre élément ; et toujours les écarts avaient la même importance. Ces écarts présentés par les diagrammes sont donc bien indépendants de la position de l'apex. Que nous révèlent-ils ?

Un examen approfondi des vingt-huit diagrammes construits par M. Kapteyn montre qu'il existe un caractère systématique dans les irrégularités qu'ils présentent : il y a un lien entre ces écarts et la position, par rapport à la voie lactée, de la région à laquelle se rapporte chaque diagramme. Ce sont les régions groupées autour des pôles de cette zone brillante qui donnent les diagrammes les plus irréguliers. De plus, tandis qu'aux environs d'un même pôle galactique, les diagrammes affectent la même allure générale et ont entre eux une assez grande ressemblance ; en passant d'un pôle à l'autre, on voit la dissymétrie se renverser : les parties exagérées des diagrammes d'une catégorie répondent aux parties réduites des diagrammes de l'autre, et réciproquement.

Quelle peut être la nature de cet élément systématique ? La réponse n'était pas facile à donner. Tous les diagrammes, en effet, présentent des anomalies. Comment aborder le problème en l'absence d'une figure type qui eût représenté la distribution normale des mouvements propres et servi de terme de comparaison ? C'est à se procurer une figure de ce genre que s'attache M. Kapteyn. Essayons de le suivre dans cette recherche.

Rappelons le principe déjà énoncé plus haut : le mouvement parallactique d'une étoile est inversement proportionnel à la distance de cette étoile au Soleil et directement proportionnel au sinus de sa distance angulaire à l'apex. Supposons que l'on se donne des

groupes d'étoiles pour lesquelles la variation de ce sinus soit très faible. Cette condition sera vérifiée dans toutes les portions du ciel comprises dans une même zone étroite, parallèle à l'équateur parallactique. Les mouvements parallactiques d'un pareil ensemble ne dépendront plus que des distances au Soleil des étoiles qui le composent. Ces distances individuelles sont différentes ; mais à qui raisonne sur l'ensemble des étoiles du groupe, il est permis de les ramener toutes à leur distance moyenne. Dans ces conditions, pour toutes les régions de la zone, les mouvements parallactiques, pris dans leur ensemble, auront une même valeur moyenne. Si, de plus, le hasard seul régit les mouvements particuliers des étoiles, ces mouvements ne différeront pas davantage d'une région à l'autre de la zone. Dès lors, il est facile de comprendre que les diagrammes correspondant à toutes ces régions devront être entièrement semblables.

Partant de ce principe, M. Kapteyn réunit et combina en un seul tous les diagrammes correspondant aux régions dont la distance angulaire du centre à l'apex avait approximativement le même sinus. Il se trouva ainsi en possession d'un certain nombre de figures régulières, montrant la *symétrie latérale* et possédant un maximum unique dirigé vers l'antiapex.

M. Kapteyn considère ces figures moyennes comme étant celles qu'aurait fournies l'exploration des différentes régions, si les étoiles se mouvaient au hasard. Le terme de comparaison ne faisant plus défaut, l'étude des diagrammes réels devient aisée : une simple soustraction fournit, pour chaque région et dans toutes les directions autour de son centre, la valeur des inégalités.

De cette comparaison, se dégagea la conclusion suivante : Il existe dans la grande majorité des régions du ciel, *deux directions privilégiées* pour lesquelles les mouvements propres des étoiles montrent une préfé-

rence nettement marquée ; quelques-unes seulement des vingt-huit régions n'accusent qu'un maximum.

Que peut signifier pareil résultat ?

M. Kapteyn dessina sur un globe les directions privilégiées de chaque région et prolongea les grands cercles qui les représentaient. Il vit ceux-ci se séparer nettement en deux groupes, chacune des régions à double maximum donnant deux cercles de directions privilégiées, répondant à ce double maximum ; appelons-les A et B. Les cercles A, d'une part, et les cercles B, d'autre part, appartenant aux différentes régions concourent approximativement en un point de la sphère. Pour le premier groupe, l'approximation est excellente ; elle n'est que passable pour l'autre. Mais dans ce dernier cas, on ne pouvait espérer un résultat rigoureux, car les étoiles qui se portent vers les maxima correspondant à ce second groupe de cercles ont des mouvements propres très petits. Les erreurs inévitables qui entachent leur détermination ont donc une valeur relative considérable.

Le point où se coupent les cercles A, et celui où se rencontrent les cercles B sont distants de 140° entre eux. L'un est situé à 7° au sud de α *Orion*, l'autre à 2° au sud de η *Sagittaire* ; ni l'un ni l'autre ne coïncide donc avec l'apex solaire.

On entrevoit les conclusions inattendues qu'entraînent ces belles recherches et la complexité des problèmes qu'elles posent aux astronomes. Il semble que l'univers stellaire soit double : les étoiles s'y partageraient en deux groupes possédant chacun un mouvement d'ensemble différent ; appelons-les, avec M. Kapteyn, deux fleuves ou deux *courants d'étoiles*, et nommons avec lui les deux points dont nous venons de parler leurs *vertex apparents* : « apparents », car c'est de la Terre emportée vers l'apex solaire que nous les observons, en superposant le mouvement parallac-

tique à la dérive de ces fleuves célestes. Il faut y ajouter aussi les mouvements particuliers, individuels de chaque étoile au sein du courant auquel elle appartient, mouvements qui restent insaisissables et que, faute de mieux, nous supposons soumis au hasard de toutes les directions.

Un dernier pas reste à faire : il faut passer des positions des *vertex apparents* à celles des *vertex vrais*. On y arrive en corrigeant les mouvements propres des étoiles de leur composante parallactique : les directions des deux courants stellaires sont alors diamétralement opposées. M. Kapteyn arrive à placer l'un des deux vertex vrais tout près de ζ *Orion ;* l'autre est à l'extrémité du diamètre correspondant, en une région du ciel que ne distingue aucune étoile brillante. Ces deux points ont, par rapport à la voie lactée, une latitude très petite. Les calculs de M. Kapteyn les placent à 2° seulement de la ligne centrale de cette zone brillante. Ce fait n'est peut-être pas sans signification ni sans importance ; l'avenir en décidera.

M. Kapteyn conclut donc de ses recherches qu'il existe deux courants d'étoiles qui marchent à la rencontre l'un de l'autre et se croisent sans se mêler.

Ces deux gigantesques fleuves stellaires entraînent dans leur cours un nombre à peu près égal d'étoiles, et, dans chacun d'eux, se rencontrent des étoiles de toutes grandeurs, de toutes couleurs et de toutes classes spectrales indifféremment. L'un et l'autre de ces courants sont en mouvement par rapport au Soleil, mais avec des vitesses qui diffèrent à peu près du simple au triple. Quant à leurs dimensions, nous sommes loin de pouvoir les sonder.

On sait que, d'une manière générale, les étoiles les plus brillantes sont aussi les plus rapprochées de nous. Cette règle, comme toutes celles qui dérivent de l'application de la loi des grands nombres, souffre des

exceptions; mais si l'on envisage l'ensemble des étoiles d'une même grandeur, leur distance moyenne au Soleil sera plus petite que celle de l'ensemble des étoiles d'une grandeur moindre. Les courants de Kapteyn semblent s'étendre au moins, dans toutes les directions, jusqu'à la région ainsi définie des étoiles de huitième ou de neuvième grandeur ; et toutes ces étoiles en feraient partie. Mais combien plus grand est l'Univers ! Dans les vastes sondages que les lunettes et les télescopes de plus en plus puissants ont permis d'entreprendre, s'est révélée l'existence de millions de mondes situés à des distances de notre système solaire qui défient l'imagination. C'est par siècles vraisemblablement que se chiffre le temps employé par la lumière pour nous parvenir des confins entrevus de l'Univers. Comment, sans le secours de longs siècles d'observation, arracher à ces mondes lointains les secrets de leurs mouvements propres? Font-ils partie des courants de Kapteyn ? — Peut-être, mais rien n'autorise à l'affirmer.

Une confirmation s'imposait de cette conception d'un univers double, triple peut-être, car il semble peu vraisemblable que notre système solaire fasse bande à part et voyage seul vers son apex. Le premier qui, sur les pas de M. Kapteyn, entra dans la voie qu'il avait tracée fut M. Eddington de Greenwich (1). On lui doit d'avoir introduit dans la question des notions plus précises. A l'image de courant ou de fleuve, il substitue une définition mathématique : il nomme *drift* — littéralement, ce qu'un courant entraîne à la dérive — « un groupe d'étoiles dont les *vitesses particulières* par rapport à un système d'axes sont régies par le hasard ». La vitesse du *drift*, ou de l'ensemble de ces étoiles, est

(1) Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, vol. LXVIII, pp. 34-63.

celle que possède ce système d'axes lui-même par rapport au centre de gravité de l'Univers stellaire. La distribution des vitesses particulières, abandonnée au hasard et rapportée au système d'axes mobiles, est semblable, par définition, à celle qui préside aux évolutions des molécules gazeuses dans la théorie cinétique de Maxwell. Ces définitions posées, M. Eddington aborde le problème par une méthode analytique. Nous en indiquerons seulement le principe.

Le premier soin de l'astronome anglais est de traduire en formules la solution du problème suivant : Si l'on suppose l'existence d'un courant d'étoiles, dont on connaît la vitesse et la moyenne des vitesses particulières des étoiles qui le composent, quel sera, dans une petite portion du ciel, l'aspect des mouvements propres des étoiles de cette région ? A l'aide de ces formules, M. Eddington calcule quel doit être, dans le ciel entier, l'aspect des mouvements propres des étoiles, si, comme le pense M. Kapteyn, celles-ci se partagent en deux courants.

Ce travail théorique achevé, il reste à en soumettre les résultats au contrôle de l'observation.

M. Eddington a fait porter ses recherches sur un ensemble de 4500 étoiles environ, dispersées sur une calotte de 52° ayant le pôle nord à son sommet. Ces étoiles avaient été observées en 1810 par Groombridge et, en 1890, à Greenwich, par MM. Dyson et Thackeray. La comparaison des indications théoriques à la réalité fut favorable à l'hypothèse de M. Kapteyn.

Plus récemment, et par une méthode un peu différente, M. Eddington en trouva une nouvelle vérification dans l'étude des mouvements propres de 2000 étoiles brillantes contenues dans la région zodiacale.

Ces confirmations ont évidemment un très grand poids ; mais il importait d'en élargir la base. La calotte

polaire et la zone zodiacale qui renferment les étoiles étudiées par M. Eddington n'embrassent, en effet, qu'une petite partie du ciel. C'est ce qui amena M. le Prof. Dyson (1) à entreprendre une nouvelle exploration des espaces stellaires, en vue de rechercher si les courants d'étoiles se révélaient dans le ciel tout entier. Son travail repose sur l'étude des mouvements propres de 1106 étoiles dispersées à peu près sur la totalité de la voûte céleste. Leur choix a été déterminé par la grandeur des mouvements propres de ces étoiles : toutes éprouvent des déplacements compris entre 20″ et 80″ par siècle. Deux motifs invitaient M. Dyson à s'adresser à ces étoiles de préférence à d'autres à déplacements faibles : la grandeur des mouvements propres mettrait mieux en évidence les mouvements systématiques ; en outre, elle diminuerait l'importance relative des erreurs d'observation.

Par une méthode semblable à celle de M. Kapteyn, M. Dyson arrive au même résultat. Dans les conditions favorables où il s'est placé, les maxima, indices de l'existence des deux fleuves stellaires, sont fortement indiqués.

Peu après, M. Dyson étendit ses recherches à 1800 étoiles ; il trouva que 1100 d'entre elles suivaient le premier courant ; 600 étaient charriées par le second ; le reste, 100 étoiles seulement, ne montrèrent pas de mouvement systématique bien accusé. Le fait que le premier courant paraît ici plus fourni que le second ne contredit pas l'affirmation de M. Kapteyn d'après laquelle les deux fleuves entraînent à peu près le même nombre d'étoiles. Il tient au choix, fait par M. Dyson, d'étoiles à grands mouvements propres.

(1) Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, vol. XXVIII, p. 231. — Voir aussi Nature, n° du 4 nov. 1909, p. 11.

Beaucoup d'étoiles, en effet, appartenant au second courant, ont des mouvements propres assez faibles. On se souvient que M. Kapteyn en avait fait la remarque.

Est-ce à dire que la conception du savant astronome hollandais soit la seule possible, l'expression objective et définitive de la réalité ? — Il serait téméraire sans doute de l'affirmer. La parole de Copernic citée au début de cet article impose une prudente réserve. Les mouvements observés par M. Kapteyn sont des mouvements relatifs, résultants et, comme tels, susceptibles de diverses interprétations plus ou moins simples, plus ou moins vraisemblables.

Déjà une autre interprétation des faits a été suggérée par M. Schwarzschild. On rend compte des résultats obtenus par M. Kapteyn en supposant que les étoiles ne se meuvent pas dans l'espace à la façon des molécules d'un gaz dans l'hypothèse de Maxwell, mais suivant une loi un peu différente : il y aurait une direction privilégiée, suivant laquelle les composantes des vitesses particulières des étoiles seraient toutes augmentées dans un rapport déterminé. Il s'ensuivrait que la distribution des mouvements particuliers des étoiles d'une petite région du ciel, étudiée à la manière de M. Kapteyn, présenterait non plus une *symétrie radiale*, mais une *symétrie latérale*. En combinant cette distribution des *mouvements particuliers* avec le mouvement solaire, on obtient les diagrammes des *mouvements propres* présentant deux maxima, comme ceux de M. Kapteyn. Dans cette manière de voir, qui a l'avantage de grouper toutes les étoiles dans un seul système, il n'y a plus qu'un seul courant stellaire ; l'axe de *symétrie latérale* correspond ici à la direction commune que suivent, en sens contraire, les deux courants stellaires de M. Kapteyn.

Cette hypothèse a été appliquée à l'étude des étoiles de Greenwich-Groombridge, celles-là mêmes qui avaient servi de base aux travaux de M. Eddington. Les résultats de la comparaison de la théorie avec les données de l'observation sont également satisfaisants.

Plus récemment, M. Schwarzschild a perfectionné sa théorie. Il l'a rendue applicable aux cas d'une région pauvre en étoiles. Sous cette forme elle a été appliquée avec succès par M. Beljawsky aux étoiles à grands mouvements propres du catalogue de Porter.

De ces divers travaux se dégage une conclusion de tout point favorable aux vues essentielles de M. Kapteyn : les mouvements particuliers des étoiles ne sont pas livrés au hasard de toutes les directions, mais manifestent une ordonnance, une systématisation qui se prête à différentes interprétations, à celle, entre autres, que leur a donnée M. Kapteyn. Entre les résultats numériques de ces travaux : positions de l'apex solaire et des vertex des directions privilégiées, l'accord, sans être parfait, est aussi satisfaisant qu'on est en droit de l'attendre en d'aussi délicates recherches.

Celles-ci d'ailleurs ne sont pas épuisées. La mesure des vitesses *radiales* des étoiles, par le spectroscope et l'application du principe Doppler-Fizeau, a accumulé, surtout dans les observatoires américains, des documents qu'il faudra dépouiller et mettre en œuvre. D'autre part, de nouvelles données pourront suggérer d'autres interprétations des faits ; la sagacité des astronomes ne manquera pas de s'y exercer. Ils devront aussi porter leur attention sur cette remarque de M. Kapteyn dont il serait prématuré de conjecturer la signification : les vertex sont situés dans le plan de la voie lactée.

Mais n'est-ce pas déjà un grand progrès que d'avoir su dégager ces déplacements systématiques

des mouvements propres si lents, en apparence, et si irréguliers ? En élucidant les difficultés soulevées par les résultats anormaux rencontrés au cours des recherches sur la direction du transport du système solaire, et, mieux encore, par la découverte de mouvements systématiques auxquels participent les étoiles, M. Kapteyn a fourni à l'astronomie stellaire la contribution la plus importante depuis W. Herschel. Et ce n'est pas, on le sait, le seul titre que possède le savant astronome hollandais à l'honneur bien mérité de voir son nom rapproché de celui de l'illustre astronome anglais.

J. Gaillard, S. J.

VERS LA PSYCHOLOGIE EXPÉRIMENTALE (1)

Dans la préface de son livre intitulé *La fatigue intellectuelle* et publié en collaboration avec M. V. Henri, l'éminent directeur du laboratoire de psychologie physiologique de la Sorbonne s'exprime comme suit : « L'ancienne pédagogie, malgré de bonnes parties de détail, doit être complètement supprimée, car elle est affectée d'un vice radical : elle a été faite de chic, elle est le résultat d'idées préconçues, elle procède par affirmations gratuites, elle confond les démonstrations rigoureuses avec des citations littéraires, elle tranche les plus graves problèmes en invoquant la pensée d'autorités comme Quintilien et Bossuet, elle remplace les faits par des exhortations et des sermons ; le terme qui la caractérise le mieux est celui de *verbiage* (2). »

C'est là un jugement par trop sévère.

Il est inadmissible que les efforts consciencieux poursuivis par des hommes intelligents et dévoués, à travers tant de siècles, n'aient abouti à rien. Le développement progressif, parfois admirable, de la mentalité de notre classe populaire est là pour montrer que l'école primaire, chez nous du moins, n'a pas failli à sa mission. Mais il est incontestable que si la pédagogie primaire est en progrès, elle est loin, très loin d'être parfaite.

Les maîtres comme les élèves, les ignorants comme les savants expriment par leurs paroles et par leur

(1) Conférence faite à l'assemblée générale de la Société scientifique, le 28 octobre 1909.

(2) A. Binet et V. Henri : *La fatigue intellectuelle*, Paris, Schleicher, frères, 1898.

attitude que l'école, telle qu'elle existe, est encore en bien des points en dessous de ce qu'elle devrait être.

Que ce soit là l'avis des instituteurs et même des professeurs à tous les degrés, nous n'en voulons pour preuve que les efforts incessants accomplis tant dans l'enseignement supérieur et moyen que dans l'enseignement primaire, efforts tendant tous à rendre l'instruction à la fois plus attrayante et plus pratique. Pour l'enseignement supérieur c'est l'introduction, dans toutes les facultés, des cours pratiques ; le développement prodigieux donné aux laboratoires, aux séminaires. Depuis trente ans, la façon d'enseigner dans les universités s'est transformée du tout au tout. Les anciens cours dictés ont disparu ou presque : l'étudiant apprend non plus seulement à retenir les conclusions des savants, mais à contrôler personnellement, à faire lui-même la science. On a moins gagné dans l'enseignement moyen. Quant à l'enseignement primaire, une poussée générale, commencée depuis longtemps, atteint depuis quelques années son maximum d'énergie. On ne s'est pas contenté de perfectionner les méthodes pédagogiques proprement dites, on a profité de l'extrême réceptivité des élèves de l'école primaire pour semer les germes de moralisation, d'altruisme, d'esthétique, préparant ainsi pour la génération future, un progrès social certain. Mais avant tout, sous l'action d'influences diverses, on a commencé à modifier les bases mêmes de l'instruction. Preyer publiait en 1881 un livre qui fit époque, *L'âme de l'enfant*. Ce n'était pas, à strictement parler, le premier ouvrage s'occupant de la psychologie infantile ; mais ce fut le premier qui marqua. Il venait à son heure. L'attention de quelques médecins et de rares pédagogues s'était portée sur ces malheureux déchets d'humanités, produits du vice et de la misère que des tares héréditaires lèsent dans leurs facultés intellectuelles comme dans leur vigueur phy-

sique. On s'était peu à peu convaincu que ceux que l'on appelle avec mépris les « paresseux » sont bien moins des coupables que des victimes. L'idée s'est imposée, que la base psychologique habituelle de la pédagogie classique pouvait, devait être incomplète. Un enfant n'a pas la mentalité d'un homme fait, la mentalité d'un enfant n'est pas absolument la même que celle d'un autre enfant. Ces deux convictions latentes ont fini par s'affirmer, non sans quelque retentissement.

En 1893, un Américain, Stanley Hall, fonde une société ayant pour but l'étude de l'enfant, c'est-à-dire entreprenant de construire une psychologie des enfants non plus par les vieilles méthodes de l'introspection, applicables seulement, semble-t-il, aux adultes, mais une psychologie construite au moyen de toutes données quelconques pourvu qu'elles fussent véritables et sincères, capables de nous renseigner sur le caractère, les aptitudes, les particularités du plus grand nombre possible d'enfants. Ce ne furent pas seulement les instituteurs, mais aussi les parents qui entrèrent dans le mouvement. Dans presque tous les pays civilisés, des sociétés plus ou moins analogues ont été fondées. Des conférences, des revues, des ouvrages spéciaux ont vu le jour. Des congrès se sont occupés de l'enfance anormale, de l'hygiène scolaire, de l'éducation familiale.

Est-il nécessaire de démontrer que les enfants aussi trouvent imparfait l'enseignement qu'on leur impose ? Pour s'en convaincre, il suffit d'assister à la sortie des classes. Avec quelle turbulence mal contenue, quel soulagement évident ces pauvres petits, immobilisés pendant des heures devant des tâches rebutantes, retrouvent l'espace et la liberté ! L'activité spéciale à laquelle on les condamne dans les classes semble bien l'opposé de celle qui leur convient.

L'éducation de l'enfant se fait en partie systématiquement, en partie spontanément. Cette dernière forme

d'entraînement est infiniment plus agréable que l'autre, parce que la Nature ici comme ailleurs procède pareillement : elle attache le maximum d'agrément aux activités les plus nécessaires. Dès les premiers mois de la vie, l'enfant couché dans son berceau, agite ses petits membres, joue avec ses bras, ses mains, ses pieds : en réalité, il prend connaissance de son corps, forme ses sens tactile et musculaire. Plus tard l'enfant recherche avidement les bruits, surtout les bruits aigus et stridents, les couleurs voyantes : il fait l'éducation de ses sens auditif et visuel. Les jeux plus actifs qui font la joie des enfants de 5 à 14 ou 15 ans ont le même but formatif. Le jeu est aussi indispensable à l'éducation que la nourriture et l'air à la vie. Or l'éducation artificielle donnée dans les écoles est universellement considérée comme l'opposé, le contraire du jeu. Comment, en effet, les enfants, qui sont naturellement avides d'apprendre, dont la curiosité insatiable se traduit par d'incessants « pourquoi ? », accueillent-ils l'enseignement classique qui devrait répondre à leurs questions ? Comment ? Considérons n'importe quelle classe, interrogeons les professeurs, nous saurons que, sur un ensemble de 50 élèves par exemple, il s'en trouve 2 ou 3 faisant preuve d'une diligence extrême, acceptant avec plaisir toutes les tâches imposées. Ils constituent ce que l'on appelle la tête de la classe. Chez la grande masse des élèves, on trouve un zèle plutôt modéré ; ils font des fautes et savent leurs leçons à peu près. Enfin, un nombre plus ou moins considérable d'enfants trouvent la besogne imposée trop lourde, rebutante ; ils sont ce que depuis tout temps on a appelé les « paresseux ».

Ils font leurs devoirs fort mal ou pas du tout, et apprennent par ci par là un fragment de leçon. Les classes présentent une tête, un corps, une queue ; généralement la tête se compose de deux ou trois

sujets, la queue par contre est souvent fort développée, les classes sont des organismes à la fois *microcéphales* et *macroures*. La simple constatation de cette répartition des élèves d'une classe suffit à démontrer que le régime scolaire est peu attrayant pour les jeunes intelligences. Si, à un dîner de cinquante couverts, on constatait que trois personnes seulement font preuve de bon appétit, trente mangent du bout des dents et le reste pas du tout, on en conclurait avec quelque raison que le menu est plutôt médiocre ou que l'assemblée se compose de personnes à estomac capricieux auxquelles la nourriture servie n'est guère appropriée. Il en va de même dans les classes. Il est des intelligences exceptionnellement vives qui s'assimilent tout, comme les gens à estomac d'autruche digèrent les mets les plus lourds. Il en est d'autres pour lesquels la science présentée d'après les méthodes courantes est tout à fait indigeste, ceux-là sont les dyspeptiques de l'intelligence. On les punit. Mieux vaudrait les guérir.

Il y a quelque vingt ans, on s'occupait un peu partout de la question du surmenage intellectuel. De vives discussions s'engagèrent entre hygiénistes d'une part et pédagogues d'autre part. La presse s'en mêla. La question fut portée devant l'Académie de Médecine de Paris. Beaucoup de médecins connaissaient un ou deux cas de surmenage dans leur clientèle. On dénonça les méthodes classiques comme étant la cause de maladies chroniques graves, de décès prématurés. On crut tous les enfants menacés. On oubliait que contre la surcharge des programmes et le surmenage en général les enfants en masse ont un moyen tout naturel de défense, la paresse, moyen que l'immense majorité ne se fait aucun scrupule d'employer. Les discussions des savants docteurs n'apportèrent point de clartés nouvelles ni sur le degré réel de surmenage

des écoliers, ni sur les modifications de programmes pratiquement réalisables ; mais, chemin faisant, elle mit en lumière des vérités trop méconnues concernant l'hygiène scolaire, la sédentarité, etc.

Si les médecins s'étonnent que l'on prenne si peu de précautions pour ménager aux écoliers de bonnes conditions hygiéniques, les physiologistes, les psychologues expérimentateurs ne s'étonnent pas moins de voir poursuivre l'éducation, la formation intellectuelle des jeunes enfants d'après des méthodes si peu contrôlées. Tout psychologue expérimentateur sait combien les procédés intellectuels diffèrent d'un sujet à un autre. Les recherches nombreuses poursuivies dans divers pays, les travaux de laboratoire, faits sur des sujets étudiés à fond, nous ont révélé les différences sensibles de développement de la mémoire, de l'imagination, de l'intelligence ; l'analyse expérimentale des facultés montre que chez les uns la mémorisation se fait beaucoup plus rapidement sous telle forme, chez d'autres sous une forme différente ; qu'il existe des types imaginatifs absolument caractéristiques, etc., etc. Comment ne pas s'étonner dès lors de voir dans les classes suivre le même procédé uniforme de culture intellectuelle ? Bien plus, la psychologie scientifique a mis en évidence la différence profonde existant entre les procédés mentaux des enfants et ceux des adultes. Ils estiment à bon droit que pour former l'esprit de l'enfant, il est indispensable de le connaître. Ils trouvent étrange que, ne tenant aucune compte des différences profondes qui existent entre la psychologie des différents enfants, on leur applique une méthode uniforme de culture ; et que cette méthode uniforme ne soit pas même basée sur les conclusions de la psychologie infantile mais sur celle de la psychologie des adultes, elle-même édifiée sur les données de l'introspection recueillies par une douzaine de psychologues illustres.

Enfin le sentiment de tout le monde est que le travail imposé à l'école est une tâche, une peine et non un plaisir.

De l'aveu de tous donc, l'école est inférieure à ce qu'elle devrait être, la pédagogie de l'enseignement primaire laisse notablement à désirer. En quoi ?

Tout d'abord, en ce qu'il manque d'intérêt ; en second lieu, parce que, malgré toutes les améliorations déjà introduites, malgré le perfectionnement relatif de l'éclairage, de l'aérage et du chauffage, l'école est encore un milieu antihygiénique ; enfin, et ceci est plus grave, parce que l'enseignement qu'on y donne est absolument insuffisant.

Le manque d'attrait de l'enseignement primaire résulte d'abord de son uniformité : on apprend à tous les enfants la table de multiplication de la même façon, tous font les mêmes dessins, copient en même temps les modèles d'écriture, apprennent le même texte comme leçon de mémoire, font les mêmes devoirs, etc. C'est comme si l'on faisait manger à tout le monde exactement la même quantité des mêmes aliments en un temps donné, sans s'inquiéter de la susceptibilité et des capacités digestives de chacun !

Or, en fait de psychologie infantile, deux vérités s'imposent dès l'abord : l'enfant n'est pas l'homme en petit, mais un être dont la mentalité est spéciale ; au point de vue psychologique, il n'y a pas deux enfants absolument identiques. C'est sur la connaissance des lois de la psychologie infantile en général et sur la détermination des types mentaux qu'il faut se baser pour arriver à former l'esprit des écoliers.

L'enseignement est non seulement le même pour tous les élèves, et tel qu'il pourrait s'adresser à des adultes, mais sa forme est stéréotypée ; il s'adresse avant tout à la mémoire, et particulièrement à la mémoire verbale. Il y a longtemps que l'on a reproché

à l'enseignement classique de développer uniquement la mémoire. Et encore s'il la développait d'une façon générale ! On a tenté d'éviter ce reproche en ne faisant retenir que les textes parfaitement expliqués et partant compris par les élèves : on s'est efforcé d'atténuer la monotonie des leçons, en illustrant les textes et les formules par des démonstrations, des représentations d'objets, des leçons de choses. On a orné les classes de nombreuses cartes murales. Ce sont là des progrès, mais combien faibles encore et insuffisants ! Il est fort aisé de prouver expérimentalement que la plupart des écoliers ne *regardent* pas les cartes dont on orne les murs des classes ! Quant aux leçons de choses, elles ne sont ni assez nombreuses, ni assez systématiques, ni assez généralisées et, malgré tout, l'enfant apprend presque tout ce qu'on lui enseigne sous forme de textes écrits, imprimés ou prononcés. La forme verbale toujours et partout.

Un défaut, presque inévitable, résulte de ce que les matières enseignées ne pourront être utiles et agréables à l'enfant que plus tard dans la vie. Qu'un adulte trouve des satisfactions à savoir calculer rapidement, à pouvoir lire sans effort des récits captivants, mettre l'orthographe et écrire avec élégance, on le conçoit ; mais que représentent ces avantages à l'imagination de l'enfant ? Il semblera toujours désagréable à l'écolier d'apprendre les règles d'accord du participe et la pratique du calcul. Encore pourrait-on réduire ce désagrément et ne pas l'aggraver à plaisir comme on le fait avec les méthodes actuelles. L'immense majorité des manuels classiques semblent composés exprès pour enlever dès l'abord tout intérêt. Ouvrons un manuel de géographie. C'est un petit volume plus ou moins orné de cartes coloriées qui débute ainsi : « Qu'est-ce que la géographie ? — C'est la science de etc... » Après un aperçu général sur l'univers, le globe terrestre, les grands

continents, on décrit finalement le pays, la province qu'habite l'écolier. C'est absolument le procédé inverse qu'il faudrait que l'on suivît. Je voudrais que l'instituteur — il paraît qu'il en est qui font ainsi : je les félicite et regrette que les autres ne suivent pas leur exemple — fît sa première leçon de géographie non en classe, mais en se promenant avec ses élèves dans la ville, dans le village où ils résident, qu'il leur fît regarder attentivement les particularités géographiques locales : cours d'eau, canal, chemin de fer, plaines, collines, etc., qu'il leur indiquât par rapport à ces particularités les quatre points cardinaux. Il pourrait profiter de ces leçons de choses pour leur faire sur place la géographie industrielle et commerciale de leur lieu de résidence, les données météorologiques élémentaires, etc., etc. Lorsque l'enfant saurait *pratiquement* ce qu'est un cours d'eau, une colline, une plaine, un point cardinal, un méridien, etc., alors, mais alors seulement, on passerait à la géographie de la province, du pays, du continent, du globe terrestre. A la question « Qu'est-ce que la géographie ? » l'enfant répondrait lui-même à la fin du cours et *comprendrait* la définition classique qu'on l'invite à fixer dans la mémoire.

Le deuxième grand défaut de l'enseignement primaire contemporain est son caractère antihygiénique. Sans doute on a fait beaucoup d'innovations heureuses ; on ne voit plus de locaux scolaires absolument obscurs. Dans chaque classe on trouve des ventilateurs, et le chauffage n'est pas partout exagéré ; mais combien nous sommes éloignés encore de l'école modèle ! Quand nous donnera-t-on les bâtiments scolaires en pleins champs, voire dans la forêt, ou tout ou moins entourés de jardins suffisants pour que les petits enfants respirent de l'air vraiment pur ? Quand songera-t-on à appliquer les conclusions des recherches expérimentales sur la fatigue intellectuelle et qui s'accordent

toutes à démontrer l'influence bienfaisante, sur les résultats du travail, des récréations fréquentes et régulièrement distribuées ? Quand obligera-t-on les institutrices et les instituteurs à prêter leur concours à l'examen systématique de la vision et de l'audition des enfants, afin que l'intervention opportune du médecin-spécialiste puisse prévenir des infirmités innombrables et guérir des déformations préjudiciables non seulement à la formation intellectuelle de l'enfant mais à son succès dans la vie ? On a fait beaucoup pour prévenir la transmission des maladies épidémiques par l'école ; pour améliorer la vie de l'enfant durant ses années de scolarité ; mais il reste énormément à faire encore.

Le plus grave assurément de tous les reproches que l'on puisse adresser à la pédagogie de l'enseignement primaire, et le moins connu, c'est d'être absolument insuffisante, inapte à produire les résultats essentiels qu'elle devrait produire, pour lesquels elle a été créée. Pourquoi envoyons-nous nos enfants à l'école ? Quel effet attendons-nous de la fréquentation des classes ? L'école doit contribuer à moraliser l'enfant et à assouplir son caractère, lui donner un minimum de connaissances, lui former l'esprit.

Nous ne dirons qu'un mot des deux premiers buts : aussi bien chacun peut apprécier plus ou moins exactement si son enfant acquiert en classe une connaissance suffisante de l'orthographe et du calcul, si sa conduite s'améliore, si son humeur est supportable. Nous nous étendrons davantage sur le troisième but de l'enseignement primaire : former l'esprit ; d'abord parce que les parents, par cela même qu'ils sont parents, sont incapables d'apprécier objectivement la valeur intellectuelle de leurs enfants, et partant les développements qu'apporte à cette valeur intellectuelle l'entraînement scolaire ; puis parce que ce troisième but, former l'esprit, affiner les facultés intellectuelles, est ou

devrait être le but essentiel de l'enseignement primaire surtout.

L'enseignement à tous les degrés vise à fixer dans la mémoire des écoliers, des élèves, des étudiants, un ensemble de formules résumant ce que nos devanciers ont vu, entendu, palpé, senti en un mot, et sur quoi ils ont réfléchi. C'est le résultat de leurs sensations élaborées par l'intelligence. Or, s'il est raisonnable et nécessaire que nous profitions de l'expérience de nos devanciers, chaque génération devant recueillir la science léguée par celles qui l'ont précédée, il est indispensable de continuer cette œuvre. A notre tour, nous devons regarder, écouter, sentir aussi bien, mieux qu'eux ; nous devons, nous aussi, élaborer ces données sensorielles, en réfléchissant plus utilement que ne l'ont fait nos devanciers, en jugeant mieux qu'eux si possible.

Il faut se garder de considérer le rôle de l'enseignement comme terminé quand les élèves ont appris tout ce que la science a établi jusqu'au moment présent : enseigner, surtout à l'école primaire, ne consiste pas uniquement à informer les intelligences, à les meubler, mais aussi à les former, à les affiner ; s'en tenir uniquement au premier de ces buts, ce serait former des érudits peut-être, non des savants ; le vrai savant étant essentiellement un chercheur. Il faut bien se garder d'encombrer le cerveau d'un amas de réponses toutes faites qui semble dispenser d'apprendre par soi-même, ce qui est la seule forme naturelle d'apprendre. Il faut éviter d'hypertrophier l'intelligence verbale au détriment de l'intelligence générale, ce serait faire des êtres artificiels auxquels on pourrait appliquer cette définition humoristique du savant : « C'est celui qui sait ce que tout le monde ignore, et qui ignore ce que chacun sait. » L'école devrait, avant tout, faire des gens intelligents au sens large du mot, c'est-à-dire

capables de comprendre plus promptement, de saisir plus vite les ressemblances et les différences.

Or, pour affiner l'esprit il faudrait apprendre à mieux voir, écouter, sentir, à mieux se représenter ou, si l'on veut, à mieux imaginer, à mieux retenir, à mieux juger.

Que fait l'enseignement classique pour affiner les sensations, pour développer l'imagination, la mémoire, l'intelligence ?

Sauf des cas isolés, de rares exceptions, aucun instituteur ne songe à apprendre aux écoliers à regarder, j'entends à faire un entraînement systématique et gradué des centres visuels, de telle façon que l'enfant distingue de mieux en mieux les faibles différences d'intensité lumineuse, les nuances des couleurs, les formes compliquées, etc. Il en va de même pour les sens auditif, tactile et musculaire. Qui donc songe à faire discerner à un enfant la sensation produite par le contact des différents corps, des diverses étoffes par exemple ? On exerce à peine les écoliers à soupeser, à distinguer les poids des objets, même usuels. Sans doute il y a les leçons de choses, la calligraphie, le dessin, voire le solfège ; mais tout cela est approximatif, imposé d'une manière générale à tous et sans contrôle objectif des résultats obtenus. On étonnerait la plupart des instituteurs en leur apprenant que l'on peut connaître, pour l'avoir mesurée, la finesse de sensation de leurs élèves et contrôler les résultats produits par l'entraînement systématique.

Si l'on songe à peine à apprendre aux enfants à se servir de leurs différents organes des sens, on s'attache, semble-t-il, à développer leurs facultés intellectuelles, mémoire, imagination, attention ; on croit du moins le faire, et on le fait jusqu'à un certain point. On forme l'imagination des enfants par les devoirs de style surtout : narrations et descriptions sont un produit plus

ou moins original de l'imagination créatrice de l'enfant. Or, imaginer c'est, uniquement, combiner des souvenirs, associer autrement des images ou fragments d'images retenues. Le produit de ce travail de combinaison sera plus ou moins précis si les images ou fragments d'images dont on s'est servi sont eux-mêmes plus ou moins nets. Il sera plus ou moins abondant si le nombre des images fixées est plus ou moins considérable. Pour construire à propos d'une idée, d'un événement, d'un objet donné, des développements imaginaires abondants, exacts et originaux, il faut posséder un fonds d'images anciennes nombreuses, précises, vues sous un angle spécial. Il faut avoir vu beaucoup de choses, les avoir regardées suffisamment pour en avoir aperçu les traits caractéristiques. Nous ne parlons ici que des devoirs de style imposés aux écoliers. Le travail de combinaison des images est le seul dont on semble s'inquiéter à l'école : on impose aux élèves un sujet plus ou moins heureusement choisi et on leur dit : « Brodez. » C'est parfait et, sans doute, ce travail mental, la fixation de l'attention et sur le sujet donné et sur les souvenirs emmagasinés amenant autour de ce sujet une cristallisation d'images autrement disposées, ce travail est utile, nécessaire ; mais qui ne voit que ce n'est là qu'un des facteurs du travail d'imagination ? l'autre, le principal, est la formation du fonds lui-même dont l'imagination créatrice tire ses matériaux. Si l'on veut qu'un enfant ait l'imagination riche, si l'on veut augmenter, renforcer cette faculté, il faut avant tout l'enrichir d'images, il faut tâcher que ces images nombreuses qu'on dépose en lui soient chacune précise, mise au point à la fois par les appareils accommodateurs et par l'attention ; il faut lui faire remarquer les caractéristiques, le plus de caractéristiques possible des représentations qu'on l'invite à considérer. Y songe-t-on ?

La deuxième faculté, la plus importante de toutes parce qu'elle est l'instrument fondamental de toute éducabilité, la mémoire est, semble-t-il, cultivée à l'école, dans toutes les écoles, dans tous les établissements d'instruction ; puisque l'on reproche à l'enseignement, même supérieur, d'abuser de la mémorisation. Malgré les apparences, il est certain, il est expérimentalement démontré que la mémoire immédiate, la mémoire dont nous nous servons pratiquement dans la vie, ne s'accroît pas durant les années passées en classe.

A l'école on cultive une certaine mémoire, la mémoire verbale des textes, des formules, de certaines combinaisons de chiffres, de quelques dates. On peut naturellement s'attendre à trouver, chez les enfants entraînés à ce genre particulier de mémorisation, une facilité plus grande à refaire les mêmes exercices. Mais d'abord, si l'on impose des efforts de mémoire constants et prolongés, on ne songe en général aucunement à former la mémoire elle-même, à apprendre à mémoriser. Puis, les exercices imposés pendant les années d'école ou de collège n'augmentent nullement la puissance de la faculté de retenir considérée dans l'ensemble de son activité naturelle.

Des travaux nombreux et consciencieux, faits par des savants compétents, dans divers pays, sont absolument concordants pour établir que de 8 à 20 ans la mémoire immédiate des élèves demeure à peu près stationnaire. Les travaux de M. Binet montrent que les adultes ont une mémoire immédiate supérieure de 1/4 environ à celle des enfants des écoles mesurée dans les mêmes conditions (1).

Enfin il faudrait, dans l'enseignement primaire,

(1) Le rendement de la mémoire dépend de deux facteurs : plasticité du système nerveux, pouvoir de concentrer l'attention — ce dernier croissant considérablement avec l'âge compense, et au delà, la diminution de la plasticité.

développer surtout l'intelligence, la faculté de connaître ou, comme l'a dit si justement Bain, la faculté de percevoir des ressemblances et des différences. Il faut enseigner aux enfants à faire attention, à réfléchir, à considérer tous les aspects des idées, leurs rapports avec les autres idées. Ici l'enseignement classique fait incontestablement quelque chose. Les écoliers apprennent à faire attention, ils s'exercent à réfléchir. Mais la principale forme d'attention qu'on leur impose est celle qui se porte sur les représentations verbales des choses et non sur les choses elles-mêmes. C'est une sorte de distraction savante qui ne prépare nullement les hommes de demain à se servir de leurs yeux et de leurs autres organes sensoriels pour explorer promptement et exactement le milieu dans lequel évolue leur vie. On force les écoliers à réfléchir pour résoudre des extractions de racines carrées et accorder congrûment les participes précédés de *en* ; mais c'est de la réflexion sur des données artificielles et arbitraires qui ne les prépare que de fort loin à résoudre les difficultés spontanées et imprévues qu'ils rencontreront à chaque pas dans le cours de leur carrière ; orientés comme ils le sont, chaque fois qu'il faudra prendre une décision pratique ils chercheront, par continuation, un texte sur lequel ils puissent s'appuyer.

En résumé, le but principal de l'enseignement primaire, et qui est la formation, le développement orthopédique des facultés intellectuelles n'est que fort imparfaitement atteint.

A l'école on développe peu et mal l'imagination, la mémoire et l'intelligence ; beaucoup l'attention volontaire, mais dans un sens unique. L'entraînement auquel on soumet tous les enfants semble uniquement destiné à produire cette variété d'hommes que l'on appelle des érudits et des savants et encore des savants peu originaux. L'école doit être une préparation à leur vie telle

qu'elle est en réalité et non telle que la définissent quelques théoriciens ; elle doit former non des sujets savants mais des sujets intelligents, ce qui n'est nullement la même chose.

A la situation actuelle de l'enseignement, situation qui est le résultat d'erreurs consacrées et d'ignorances inévitables, on peut et on doit porter remède. Comment ?

Les deux bases actuelles de la pédagogie classique, psychologie introspective et méthodologie tirée de l'expérience des pédagogues, sont notoirement insuffisantes : la première, parce qu'elle ne nous donne qu'un aperçu général des fonctions intellectuelles chez des adultes de génie ; la seconde, parce qu'elle n'est le produit que d'impressions, de sentiments. Il faut remplacer l'une par la psychologie expérimentale des enfants, l'autre par l'expérimentation scientifique. Pour former l'imagination ou la mémoire des écoliers nous devons savoir déterminer qualitativement et quantitativement ces facultés chez *chacun* d'entre eux, puis, se basant sur ces données, chercher quels sont les exercices qui développent, qui augmentent le rendement de l'imagination, de la mémoire. De ces recherches résulte une méthode basée sur des données expérimentales, et ici s'arrête le travail du psychologue. A son tour le pédagogue expérimentateur fait l'épreuve sur les élèves, soit en classe, soit au laboratoire, et se prononce non d'après des impressions, mais après avoir constaté, par les faits, si telle qu'elle est sortie du laboratoire de psychologie expérimentale elle est applicable d'abord, et puis et surtout si dans la réalité elle donne les résultats attendus, le rendement promis. L'étude psycho-pédagogique des facultés intellectuelles et de tout ce qui s'y rapporte comporte un double travail : étude expérimentale de ces facultés, mesure de la valeur des conclusions pédagogiques, si on en a tiré.

Et que l'on ne se figure pas que jamais les institu-

trices, les instituteurs deviendront psychologues ou même pédagogues expérimentateurs. Il ne faut pas leur demander de faire un travail pour lequel ils manquent de temps et surtout de préparation. Ce que nous leur demandons uniquement, c'est de ne pas contrarier systématiquement ou par routine l'application graduelle, sage et mesurée des conclusions absolument certaines de la science. Ils s'apercevront bien vite qu'en ce faisant, leur tâche devient plus agréable et plus facile. Comme l'a dit excellemment M. Binet, il ne faut pas du tout que l'instituteur soit psychologue, qu'il connaisse les méthodes, les données, les conclusions de la psychologie expérimentale dans son ensemble : mais seulement ce qui l'aide à mieux faire sa classe.

C'est donc dans la psychologie et la pédagogie expérimentale c'est-à-dire se basant sur des faits, contrôlés et mesurés, menant à des conclusions précises, qu'il faudra chercher les procédés certains de la formation intellectuelle des écoliers. Citons d'emblée quelques exemples qui, mieux que des définitions, préciseront et illustreront notre pensée.

Il y a quelque vingt ans, disions-nous au début de cet exposé, le public, les savants, les journaux, l'Académie de Médecine de Paris discutaient passionnément la question du surmenage intellectuel. On s'élevait avec violence contre la surcharge des programmes, la sédentarité excessive, l'hygiène déplorable des milieux scolaires. L'Académie de Médecine, saisie de la question par un de ses membres, le Dr Lagneau (1), y consacra plusieurs séances, nomma une commission, vota un rapport qui fut adressé au Ministre de l'Instruction publique.

La question fut, dans ce milieu spécial, envisagée

(1) Voir A. Binet et V. Henri, *La fatigue intellectuelle*, Paris, Schleicher frères, 1898.

comme elle devait l'être, c'est-à-dire au point de vue médical surtout. Les médecins se basèrent avant tout sur les cas de surmenage constatés parmi leurs clients. D'aucuns eurent des mots retentissants : en parlant des enfants des écoles, un orateur les désignait par le nom de *victimes scolaires ;* on les appelait aussi des *amputés de l'intelligence*, des *forts en thème tuberculeux*, des *condamnés aux travaux forcés ;* l'enseignement de l'Université était un enseignement *homicide*. Parlant d'une école normale d'institutrices, Peter disait : « Nous avons nos femmes savantes, mais avec la fièvre typhoïde en plus. » Le même orateur demandait une loi Rousselle pour protéger les enfants contre le surmenage. Dans un de ses discours, il trouva un bel effet oratoire en disant : « J'ai eu le bonheur, étant petit enfant, d'être trop pauvre pour être mis au collège — j'en serais mort (1). »

Malheureusement les membres de la docte assemblée ont omis un point essentiel : c'est de prouver que les matières enseignées, le nombre des heures de classe imposées produisent *effectivement* sur la masse des écoliers la fatigue mentale excessive et chronique qui constitue le surmenage intellectuel. Pour établir scientifiquement que des écoliers sont surmenés, il faut tout d'abord démontrer que la fatigue intellectuelle, qui existe chez eux à la fin des journées de classe, persiste et, partant, s'accroît de jour en jour, de période en période. Pour établir cette conclusion, il est indispensable de pouvoir mesurer la fatigue intellectuelle et de la pouvoir mesurer avec une précision suffisante.

Or, tandis que le bruit provoqué par ces discussions passionnées s'éteignait peu à peu dans les remous des préoccupations ambiantes, des pédagogues, des psychologues s'avisèrent de chercher des procédés de mesurer

(1) Binet et Henri, *op. cit.*, p. 10.

objectivement la fatigue produite par le travail scolaire Ils s'ingénièrent à déceler l'effet déprimant produit sur les enfants des écoles par des travaux prolongés, par les différentes matières enseignées. Ils établirent que sur les cinquante élèves d'une classe, par exemple, quelques-uns, deux ou trois qui travaillent diligemment se fatiguent beaucoup plus que la moyenne des élèves et surtout que les derniers de la classe ; ceux-ci sont parfois plus dispos après une heure de leçon pendant laquelle ils n'ont fatigué ni leur esprit, ni leur corps.

Pour mesurer la fatigue intellectuelle on recourt à des procédés divers. La lassitude de l'esprit se traduit surtout par une diminution du pouvoir de concentrer l'attention ; de là deux conséquences différentes : la première est l'affaiblissement de la sensibilité générale : un enfant fatigué voit, entend, sent moins bien parce qu'il lui est plus difficile de fixer son attention sur les sensations engendrées ; l'obtusité relative des sensations donne une mesure de la fatigue mentale. On a choisi de préférence jusqu'ici le sens tactile et l'on explore notamment la peau du front. Plus il est nécessaire d'augmenter la distance entre les deux pointes du compas esthésiométrique pour produire la sensation du contact double, plus l'enfant est fatigué. Cette méthode, fort préconisée dans certains milieux, est de très loin la moins précise. Je connais peu d'appareils aussi délicats, aussi difficiles à bien manier qu'un bon esthésiomètre ; et je n'ai aucune confiance dans les déterminations faites au moyen d'esthésiomètres plus ou moins grossiers maniés par des expérimentateurs quelconques. Beaucoup de données, sans valeur aucune, encombrent les revues plus ou moins sérieuses s'occupant de pédologie.

L'affaiblissement de l'attention résultant de la fatigue intellectuelle, se manifeste encore par la qualité mé-

diocre du travail fourni : celui-ci devient plus lent et plus incorrect. Une série de multiplications, d'additions, une analyse, une dictée faite par un élève fatigué prend plus de temps et contient plus de fautes. La lenteur relative et l'incorrection relative d'un travail intellectuel peuvent, aussi bien que l'obtusité du sens tactile, révéler et mesurer la fatigue mentale. Des expérimentateurs ont employé avec succès cette méthode de mensuration. Je citerai comme exemple une excellente étude de M. Friedrich. Sans nous étendre sur les détails, disons que l'auteur a mesuré la fatigue chez 51 élèves d'une classe, par le nombre des fautes commises dans des exercices de difficulté connue et toujours égale.

Les travaux imposés, additions, multiplications, dictées étaient exécutés en des temps strictement égaux, de sorte que l'un des deux signes de surmenage — le ralentissement du travail intellectuel — disparût. Restaient uniquement les incorrections. Nous exposerons plus tard comment l'auteur s'y est pris pour ne faire écrire que des phrases rigoureusement comparables, comment il égalisa toutes les conditions de temps, de durée, etc.

Voici quelques-uns des résultats obtenus :

Classe de 51 élèves :	Nombre des fautes commises :
Avant la 1re heure	47
Après 1 heure	70
Après 2 heures (avec 8 minutes de récréation)	122
Après 2 heures (sans récréation)	158
Après 3 heures (avec 2 récréations)	172
Après 3 heures (avec 1 récréation)	183

Un simple coup d'œil jeté sur ce tableau montre d'emblée l'accroissement très sensible du nombre des fautes à mesure que les heures de classe se prolongent

et l'influence bienfaisante des récréations même fort courtes intercalées entre ces heures de travail. Nous ne pouvons discuter ici ces données, montrer tout ce qu'elles renferment de premières conclusions ; il faut cependant, en guise de mise au point élémentaire, donner la signification des résultats 47, 70, 122, etc. Ces nombres représentent des fautes. Or le premier, 47, total des fautes commises le matin avant la classe, ne représente pas même une faute par élève, puisqu'il y a 51 écoliers en tout. Si l'on prend le total 122 ou 183 valant 2 fois 1/2 à 3 fois 1/2 le total des fautes du matin, on trouve une augmentation apparente considérable. L'augmentation réelle l'est infiniment davantage. En effet, dans le total 47 fautes les bons élèves interviennent pour fort peu, les très bons élèves pour rien, les cancres pour la majeure partie. Or, après trois heures de classe, si l'on examine le total 183 par exemple, on constate que c'est l'accroissement du nombre de fautes commises par les bons et surtout les très bons élèves, qui renforce le résultat. C'est la confirmation expérimentale de ce que nous avancions plus haut : la fatigue intellectuelle ne se produit que chez ceux qui travaillent et qui travaillent avec ardeur et ne peut donc se mesurer que chez eux.

Cette constatation nous conduit à expliquer en quoi la méthode dernière, définitive de la psychologie expérimentale diffère à la fois des méthodes physiologique et psychologique classique. Elle consiste à opérer sur le plus grand nombre de sujets possible, contrairement à la psychologie classique qui généralise les conclusions d'examens individuels ; elle ne se contente pas d'opérer sur quelques types humains ou animaux comme font les physiologistes, mais à étudier des masses de sujets afin d'atténuer les conséquences des inégalités individuelles ; tout en notant soigneusement chacune de ces

inégalités mêmes. En un mot, la psychologie expérimentale vise à établir des moyennes, des résultantes dont on connaît chacune des composantes.

Que si l'on nous demande maintenant ce qu'a produit jusqu'ici la science qui prétend servir de base à une pédagogie scientifique, où sont ses conclusions certaines, quelles applications on peut, dès à présent, en faire dans l'enseignement primaire, je répondrai que sans doute, le mouvement psycho-pédagogique ne faisant que commencer, il serait téméraire de lui demander d'établir du jour au lendemain une pédagogie définitive. Plus que personne nous nous défions des marchands d'orviétan qui s'en vont clamant dans les congrès, les assemblées, les revues et même les gazettes, que la pédagogie classique est un cadavre que les normaliens galvanisent ; que tout est mauvais, que seuls, eux, toujours eux, détiennent la science définitive, que de leurs lèvres tomberont les formules rénovatrices, dont l'application immédiate fera de chaque école primaire un petit paradis.

Nous n'en sommes pas là, mais pas là du tout. Les abeilles des laboratoires sont importunées par ces agitations de frelons. En attendant elles travaillent sans cesse, et voici ce qu'elles ont trouvé jusqu'à ce jour.

Il existe, à l'heure actuelle, des procédés certains de mesurer la fatigue intellectuelle résultant et de la *durée* et de la *nature* du travail mental imposé, et qui nous permettront de distribuer les matières par ordre de difficulté décroissante ; de couper les travaux par des récréations appropriées. Beaucoup de travaux plus ou moins sérieux ont été élaborés. Quand ils seront plus nombreux encore, plus concordants dans leurs conclusions, passés au crible de la critique scientifique la plus sévère, le problème poursuivi depuis si longtemps sera résolu.

Il existe des procédés certains de mesurer chez un sujet donné la nature de l'attention dominante et la puissance générale de cette faculté ; on peut déterminer objectivement quel est le maximum d'attention que peut donner un sujet, savoir si son maximum est supérieur ou inférieur à celui que peuvent donner d'autres sujets.

On peut déterminer l'imagination d'un élève, qualitativement et quantitativement ; compter la richesse de ses images visuelles par rapport aux auditions, aux matières, etc. ; compter le nombre total des représentations sensibles que son imagination créatrice peut évoquer à propos d'une idée quelconque.

On peut, chez chacun, faire l'analyse qualitative et quantitative de la mémoire, savoir sous quelle forme sensible il mémorise le plus aisément ; connaître le rendement moyen de sa mémoire, qu'il s'agisse de fixer des lettres, des chiffres, des phrases, des vers ou de la prose, des textes de grammaire ou des passages littéraires, etc., etc. On sait d'autre part quels sont les procédés certains qui augmentent la mémoire chez chacun et quels que soient les qualités, le développement primitif de sa faculté rétentive. Dès à présent il existe une éducation de la mémoire suffisante pour les écoliers, et basée exclusivement sur des données scientifiques.

Enfin, et ceci est essentiel, il existe des procédés certains d'accroître, de fortifier l'intelligence naturelle des écoliers et cela par des procédés établis d'une part sur des recherches psychologiques, décisives, et confirmés d'autre part, par l'expérience dans des écoles spéciales.

Revenons un instant à la division des classes en tête, corps et queue — cet appendice moral est fort intéressant à étudier. Pendant des siècles on appelait les derniers

des classes les « paresseux », on les méprisait et on les punissait. C'est tout ce que l'humanité a cru devoir faire pour eux pendant des siècles. A la fin, de ci de là, on s'est avisé qu'ils pourraient bien ne pas être tout à fait aussi coupables, ni si incorrigibles; en les étudiant de plus près, on a constaté que, s'il est parmi eux quelques coupables, la grande masse se compose de victimes. La première conséquence de cet examen plus attentif a été de changer le nom des paresseux. On les a appelés « arriérés ». On distingue diverses sortes d'arriération : celle-ci est pathologique quand elle résulte d'une tare physique, d'une infirmité, d'une maladie. Elle est psychologique quand elle porte sur les facultés intellectuelles. Elle est pédagogique quand l'enfant n'a pas le degré d'instruction des autres enfants de son âge. On a introduit dans la science une foule de classifications plus ou moins judicieuses. La plus générale divise les arriérés en deux grandes catégories : les *obtus*, les *instables*. Les premiers sont fermés aux impressions sensibles en général ou à quelques-unes d'entre elles, les seconds sont sensibles mais ne peuvent donner le minimum d'attention, indispensable pour que les impressions marquent. Au point de vue éducatif, les uns et les autres offrent la même résistance. Les démonstrations classiques et les paroles du maître passent sans laisser de trace.

Des institutrices et des instituteurs dévoués autant qu'ingénieux ont entrepris de découvrir en tâtonnant des méthodes nouvelles. Graduellement, en observant les arriérés, en constatant ce qui leur manquait, ce qui semblait les impressionner favorablement, on en est arrivé à aiguiser la sensibilité des uns, à fortifier l'attention des autres. En étudiant ces méthodes appliquées avec succès aux obtus et aux instables, les psychologues comprennent d'emblée pourquoi elles

doivent être efficaces. En effet, elles se réduisent principalement à l'éducation sensorielle. On apprend aux enfants à regarder, à écouter, à palper. On apprend à un arriéré à mettre un bâton dans un trou, et pas à côté. Puis on lui enseigne à placer des planchettes carrées ou rondes dans des creux correspondants. En un mot, on lui apprend à reconnaître les formes des objets, on développe son sens musculaire. Pour le sens visuel on se sert d'objets de couleur, six espèces de cubes rouge, orangé, jaune, vert, bleu, violet que l'enfant doit peu à peu apprendre à distinguer, à placer en lignes parallèles. Quand il distingue les couleurs fondamentales, on lui présente diverses sortes de rouge, de vert, etc. Il apprend à distinguer les nuances.

Pour le toucher on lui fait reconnaître par simple contact les velours du papier d'émeri, du bois, de la soie. Plus tard il reconnaîtra le velours de la peluche, la soie du satin, etc.

Ces exercices d'éducation sensorielle, qui ont l'attrait de jeux véritables, affinent progressivement les organes dont nous nous servons le plus, remédient à l'obtusité congénitale. L'intérêt qu'offre ce genre d'éducation retient l'attention des instables. Et voilà comment, dans certaines écoles d'arriérés intelligemment et patiemment conduites, les enfants font tous des progrès sensibles, deviennent capables d'acquérir un minimum d'instruction, et quelques-uns des moins atteints ou des mieux entraînés peuvent après un temps plus ou moins long rentrer dans les classes ordinaires. Ce sont des paresseux amendés non par les punitions mais par le redressement orthopédique de leurs facultés intellectuelles.

Les psychologues expérimentateurs non seulement s'intéressent à cet effort admirable d'utilisation des

déchets de la civilisation, mais s'attachent à perfectionner scientifiquement ces embryons de méthodes, à les compléter, à les rendre utilisables aussi dans l'enseignement normal.

Bien des travaux expérimentaux ont été entrepris dans le but de faire pour l'intelligence ce qui a été fait pour la mémoire. La méthode à suivre est la même : déterminer qualitativement et quantitativement les intelligents et les inintelligents pour déceler leurs caractéristiques ; dégager et mesurer les facteurs principaux de la supériorité intellectuelle. Nous ne pouvons ici même esquisser la question, mais en indiquer seulement quelques aspects.

Nous savons à l'heure actuelle comment se comporte un sujet d'une intelligence donnée quand il est dispos et quand il est fatigué ; ou, ce qui revient au même, quand il est plus ou moins intelligent. Nous savons en quoi les inintelligents et les arriérés surtout diffèrent des normaux et des intelligents. Nous sommes en train de trouver les procédés qui donnent à un arriéré une intelligence normale. Il n'est pas téméraire d'espérer que dans un avenir plutôt rapproché nous pourrons établir enfin une éducation de l'intelligence, basée sur des conclusions scientifiques certaines.

Et, dès à présent, pourquoi n'appliquerions-nous pas aux enfants de toutes les écoles les procédés d'éducation sensorielle qui donnent de si bons résultats dans l'enseignement spécial ? Il est évident que les procédés qui affinent l'intelligence des arriérés aiguiseraient celle des normaux. Connaître, c'est uniquement percevoir des ressemblances et des différences ; percevoir des nuances et les remarquer ; voir les teintes les plus délicates, les variations d'éclairage les plus légères, entendre les sons avec toutes leurs particularités de hauteur, d'intensité et de timbre ; connaître les objets

qui nous environnent non seulement par l'œil et l'oreille, mais percevoir leurs poids, leurs formes, l'aspect de leurs surfaces et fixer notre attention sur ces particularités ; c'est accroître notre connaissance de toutes choses, directement par notre science personnelle, c'est développer, affiner l'outil de nos connaissances ultérieures, c'est réellement affiner, cultiver l'intelligence.

Ce travail d'entraînement des principaux organes sensoriels possède en outre l'avantage d'être éminemment moral. Pour l'immense majorité de l'espèce humaine, le goût et l'odorat sont presque seuls chargés de procurer les joies de la vie. Combien peu d'hommes savent tirer de leur système nerveux-sensitif les exquises jouissances qu'il comporte ! Entrez dans une salle de concert de grande ville, regardez un instant l'attitude du public pendant l'exécution, par un orchestre d'élite, d'une des grandes pages de la musique. Même parmi ces abonnés, dans cet auditoire trié, combien en est-il qui aient les centres auditifs suffisamment affinés pour goûter la pure beauté musicale ? Et voilà les plus cultivés. La masse de l'humanité ne réjouit ses nerfs acoustiques que par le bruit. Que si l'on veut se faire une idée de la culture des centres visuels dans l'espèce humaine, il suffit de jeter un coup d'œil sur l'ornementation des habitations, sur la façon dont y sont placées les différentes pièces de l'ameublement. Il est extrêmement rare, sauf chez des artistes, de trouver une salle à manger et surtout un salon, où le manque de culture visuelle de la maîtresse de maison ne se trahisse pas d'emblée. Or il n'y a pas deux façons de développer les qualités esthétiques ; nous ne pouvons procéder autrement que la nature. Celle-ci nous enseigne que c'est en *regardant*, et cela à travers plusieurs générations, que l'on acquiert un œil de peintre, c'est en

écoutant de père en fils que l'on arrive à former un musicien.

On reproche parfois à la psychologie expérimentale de négliger les grands problèmes qui depuis des siècles angoissent l'esprit humain, pour ne s'occuper que des petits côtés de la vie consciente ; on lui reproche d'avoir une tendance fâcheuse et des préoccupations terre-à-terre. C'est fort injuste. D'abord, un expérimentateur est essentiellement indépendant vis-à-vis des théories qui divisent les philosophes, et s'il est par éducation plus ou moins porté à admettre telle doctrine plutôt que telle autre, il oublie ces préoccupations quand il descend au laboratoire observer des faits. Et s'il n'agit pas ainsi, il en pâtira tout le premier. Ensuite le psychologue expérimentateur sait que c'est précisément en étudiant les plus petits côtés des phénomènes conscients qu'il a quelque chance de les mieux déterminer, d'en mieux tirer parti. Il fait comme les physiciens qui, au lieu de continuer à se demander : « Qu'est-ce donc que l'électricité ? », ont soumis à l'expérimentation la plus méticuleuse toutes les circonstances qui accompagnent la production de ce fluide, qui assurent sa constance, sa régularité, son rendement.

Dans leurs laboratoires comme dans les écoles mises à leur disposition, les psycho-pédagogues cherchent avec une inlassable patience les procédés de différenciation des types intellectuels, analysent qualitativement et quantitativement les facultés, cherchent les facteurs certains du développement de celles-ci, s'efforcent lentement mais sûrement d'améliorer l'éducation de nos enfants. Ils veulent que ceux-ci apprennent avec moins de peine et en moins de temps ce qu'eux-mêmes ont appris, ils tâchent de donner à ceux qui nous suivront dans la vie, une vue plus exacte du milieu ambiant. Ils veulent encore, en affinant systématique-

ment les organes des sens ennoblir et embellir la vie de ceux qui nous suivront. Et si parfois une mélancolie les prend à l'idée que d'aucuns les méprisent et — ce qui est plus cruel — que d'autres s'approprient hâtivement leurs conclusions dans un but de vanité et de lucre, qu'ils se consolent en songeant que tout travail consciencieux porte ses fruits. Pour eux, ils contribuent à développer dans l'humanité de demain la vérité et la beauté.

J. J. Van Biervliet.

L'AVIATION

HIER, AUJOURD'HUI, DEMAIN

Vers 1905, l'époque n'est pas lointaine, de vagues rumeurs se faisaient jour peu à peu. Deux Américains, les frères Wright, avaient construit une machine volante, disait-on, et ils volaient. Mais la singulière nouvelle venait de loin : de si loin qu'on la supposait de beaucoup amplifiée, si même on ne la qualifiait de fable.

L'Allemand Lilienthal avait exécuté, il est vrai, de nombreux vols à l'aide d'un planeur — quelque chose comme un de nos monoplans actuels privés de moteur et d'hélice — et, après lui, Pilcher, Chanute, Ferber, les Wright, eux-mêmes, avaient réussi à se maintenir en l'air pendant quelques instants et à parcourir quelques centaines de mètres. Se servant d'un biplan, qui plus tard sera pourvu d'un moteur et d'une hélice et deviendra leur aéroplane, et qui était formé de deux ailes rectangulaires, superposées, placées à environ un mètre de distance l'une de l'autre, Wilbur ou Orville Wright se plaçait debout au milieu de l'aile inférieure, perpendiculairement à son grand côté ; dès qu'une brise légère s'élevait, il s'élançait en courant contre le vent du haut en bas d'une colline et se trouvait bientôt enlevé en l'air, sur ses ailes de dix mètres de longueur et de un mètre de largeur. En un formidable bond de quelque cent mètres, sorte de glissade aérienne, il

allait se poser au loin. Parfois, l'aviateur se couchait sur l'aile inférieure, à plat ventre, et des aides effectuaient le lancer... Mais du planeur à l'aéroplane, du saut à la randonnée de plusieurs kilomètres, quel abîme ! Était-il vrai que les Wright avaient adapté un moteur à leur machine ? était-il vrai qu'ils avaient construit un aéroplane ? était-il vrai qu'ils volaient ? On n'osait le croire et, si on le croyait, on n'osait guère l'affirmer. L'auteur de ces lignes est l'un des premiers qui aient ajouté foi aux dires des Wright et qui aient préconisé, avant toute expérience, la solution actuelle du problème du lancement par le chariot fixé à l'aéroplane (1).

Il semble que ces souvenirs soient lointains : ils sont d'hier.

C'est le 12 novembre 1906 que Santos-Dumont, parcourant à Bagatelle, près de Paris, 220 mètres à 6 mètres de hauteur en 21 secondes 1/5, à bord d'un aéroplane à moteur, met hors de doute la possibilité du vol mécanique. Il s'était servi d'un biplan, bientôt abandonné pour un monoplan, qui deviendra plus tard la *Demoiselle* d'aujourd'hui, et qui effectua plusieurs vols de 50 à 200 mètres au cours de l'année suivante.

Un nouvel aviateur, Blériot, entrait alors en lice et, après de nombreux vols d'essai, tant en plaine qu'en aérodrome, réussissait le 6 décembre 1907, à Issy-les-Moulineaux, près de Paris encore, deux superbes envolées de 400 à 500 mètres, bientôt suivies, en juin et juillet 1908, de vols en circuit fermé. Le 6 juillet, Blériot restait en l'air pendant 8 m. 24 s. et, malgré un vent de 5 à 6 mètres par seconde, il effectuait avec une grande sûreté des virages à 10 et 15 mètres au-dessus du sol. Le 31 décembre enfin, Blériot avait l'honneur d'exécuter le premier voyage aérien avec

(1) Le Correspondant du 25 septembre 1905.

escales : il prouvait ainsi que les aéroplanes montés sur roues sont capables d'interrompre leur vol et de le reprendre sans l'aide de secours extérieurs. Parti de Toury, le célèbre aviateur, qui ne devait point s'en tenir à cette prouesse, s'en allait virer au-dessus d'Artenay, à 14 kilomètres de son hangar, interrompait volontairement son voyage par deux fois, et revenait à son port d'attache, après avoir parcouru 28 à 30 kilomètres à la vitesse moyenne de 85 kilomètres à l'heure. Vers la même époque, Esnault-Pelterie, montant comme Blériot un monoplan, effectuait aussi de beaux vols ; mais ce furent les performances sensationnelles que Farman et Delagrange accomplirent avec leurs biplans Voisin, qui convainquirent définitivement les derniers incrédules.

Le 13 octobre 1907, Farman parcourait en effet un kilomètre et demi en circuit fermé et gagnait le prix Deutsch-Archdeacon de cinquante mille francs ; les 29 et 30 mai 1908, il enlevait un passager. M. Archdeacon ; le 6 juillet, il restait vingt minutes en l'air et obtenait le prix Armengaud, de dix mille francs, destiné à la première machine qui demeurerait vingt minutes sans toucher le sol dans l'atmosphère française ; le 30 octobre, il effectuait du camp de Châlons à Reims le premier vol de ville à ville.

Delagrange, lui, gagnait le 17 mars 1908 le prix de 200 mètres de l'Aéro-Club de France, volait plusieurs fois en circuit fermé en mars, avril et mai, réussissait le 22 juin à Milan un beau vol de seize kilomètres et, les 6 et 17 septembre, se maintenait une demi-heure dans les airs.

Mais Wilbur Wright, à Auvours, près du Mans, attirait plus encore l'attention.

M. Lazare Weiller, plus clairvoyant que la plupart de ses compatriotes, ajoutait foi, sur l'affirmation de Peyrey, aux expériences que les frères Wright avaient

en effet exécutées en Amérique ; il décidait bientôt Wilbur Wright à venir faire des essais en France, et il lui achetait ses brevets cinq cent mille francs, sous condition que l'aéroplane, monté par deux personnes, réussirait dans la même journée deux vols atteignant chacun cinquante kilomètres, ni l'un ni l'autre n'excédant une durée de une heure.

Le scepticisme des premiers temps fit bientôt place à l'admiration la plus profonde quand on apprit que, le 8 et le 11 août 1908, W. Wright avait parcouru deux et trois boucles fermées, le 12 et le 13, six boucles fermées, un huit et quatre boucles fermées ; ce n'était rien encore. Au cours du mois de septembre, W. Wright réussissait à se maintenir plus de trente minutes en l'air ; le 21, c'était une heure et demie ; le 6 octobre, il enlevait un passager pendant plus d'une heure, prouesse qu'il renouvelait le 10 avec M. Painlevé ; le 18 décembre il volait pendant près de deux heures, le 31 pendant 2 h. 18 m. et il parcourait 125 kilomètres ; son frère Orville s'illustrait lui-même les 9, 10 et 12 septembre en Amérique, en réalisant des vols de 1 h. 2 m., 1 h. 5 m., 1 h. 15 m.

L'année 1909 allait nous réserver d'autres surprises, et cela nous conduit à l'étude des appareils actuels.

Peut-être devrait-on décrire tout d'abord les biplans, puisqu'ils sont les aînés des monoplans ; mais ne pourrait-on invoquer ici le droit d'aînesse de l'avion d'Ader qui, dès 1897, à Satory, se souleva par ses propres moyens et faillit avancer de dix ans la solution du problème ? Ader, craignant une rafale qui s'élevait dès qu'il eut quitté le sol, ralentit la vitesse, atterrit trop brusquement, brise une aile de son avion, renverse et anéantit la machine ; tout était remis en question.

Aussi bien, débutons par les monoplans et, parmi ceux-ci, étudions tout d'abord l'*Antoinette*.

Voici les principales performances que son pilote le plus en vue, M. Latham, a récemment accomplies.

Nous sommes en 1909. Le 18 mai, au camp de Châlons, Latham enlève, le premier, un passager à bord d'un monoplan ; il recommence le lendemain et le surlendemain ; le 22 mai, il atteint l'altitude de 40 mètres ; le 5 juin, vol de 1 h. 7 m. 37 s. ; le 6, voyage de 5 kilomètres à travers champs, à la vitesse moyenne de 70 kilomètres à l'heure ; le 12, après 39 minutes de vol et 40 kilomètres de parcours, Latham, à 60 mètres d'altitude, coupe l'allumage et descend en vol plané :

Fig. 1. L'*Antoinette* de Latham.

le 23, il exécute plusieurs vols par des vents de 25 kilomètres à l'heure, tels qu'il en souffle fréquemment dans le détroit du Pas-de-Calais, qu'il veut traverser ; le 19 et le 27 juillet, tentatives de traversée de la Manche : la première fois, à la suite d'une panne de moteur, l'aéroplane descend en vol plané et vient se poser à la surface de la mer, à 11 kilomètres de la côte française ; lors de la seconde tentative, chute dans la mer tout près de Douvres, l'appareil est endommagé, l'aviateur est légèrement blessé.

C'est à Blackpool, en Angleterre, près de la mer d'Irlande, que, le 12 octobre 1909, Latham devait prendre une magnifique revanche de ces malheureux

échecs, en réalisant le plus bel exploit, peut-être, qu'aient encore enregistré les annales de l'aviation.

Le vent soufflait à plus de 60 kilomètres : il n'importe, le courageux aviateur sort de son hangar, se dirige vers la ligne de départ, prend place sur son siège, met son moteur en mouvement, roule et s'enlève : aussitôt parti, l'aéroplane capote, mais Latham le redresse et, devant les spectateurs, tant effrayés de son audace qu'ils n'osaient parler, ni même respirer, Latham fait tête au vent. L'aéro roulait, tanguait, plongeait ; il s'élève cependant à 25 mètres et commence le tour de piste. Malgré les cris d'angoisse de la foule, Latham se dirige vers le virage, l'atteint, le réussit, mais il est lancé comme une paille hors du circuit ; il regagne la piste, revient à son point de départ, et, à la stupeur générale, il entreprend un second tour. Le vent, augmentant encore de violence, atteignait alors 64 kilomètres à l'heure. De nouveau les cris « Descendez ; il est fou.... » se font entendre, mais il n'importe : Latham arrive pour la seconde fois au virage, réussit encore à le franchir malgré de terribles remous, et atteint, autant qu'on en peut juger, la vitesse de 160 kilomètres à l'heure. De nouveau, il était projeté hors du circuit, son monoplan presque plié en deux, mais en un instant il le redresse, reprend son vol et vient se poser gracieusement en face des tribunes.

Tel est cet exploit, dont j'emprunte le récit aux journaux du lendemain.

Le 1er décembre enfin, malgré un vent terrible, Latham s'élevait, au camp de Châlons, à 475 mètres de hauteur.

L'appareil, monoplan, nous le savons, est pourvu de deux ailes planes symétriques, de forme trapézoïdale, attachées au corps par la grande base. L'envergure atteint 12 m. 80, chaque aile a 25 m² de surface ; bien

que d'une grande solidité, elles ne pèsent guère plus de 1 kilogramme par mètre carré.

Elles présentent cette particularité d'être munies chacune d'un aileron placé à son extrémité, et au bout de la partie arrière. Les ailerons sont solidaires l'un de l'autre ; une commande unique abaisse l'un en élevant l'autre ; ils peuvent être placés soit dans le prolongement des ailes, soit perpendiculairement à celles-ci.

Le corps de l'aéroplane est fuselé ; il a une section triangulaire et il ressemble quelque peu à la coque d'un canot très allongé ; il est constitué par une armature recouverte de toile. A l'avant, il porte une étrave destinée à fendre l'air ; à l'arrière, il est aminci et il est pourvu d'empennages horizontaux et verticaux. Dans le prolongement de l'empennage horizontal est un gouvernail de profondeur, et dans le prolongement de l'empennage vertical est un gouvernail de direction.

Le rôle du gouvernail de direction se comprend de lui-même. Le gouvernail de profondeur, lui, est destiné à élever ou à abaisser l'appareil et, plus encore, à le remettre dans une position horizontale quand il pique du nez ou quand l'avant s'élève par trop.

Les ailerons, convenablement manœuvrés, redressent l'aéroplane quand il tend à chavirer, une aile s'élevant indûment et l'autre s'abaissant. Cette question est capitale, nous aurons à l'étudier de près.

Un petit chariot à quatre roues est sous le corps, à l'avant ; deux béquilles et une crosse sont placées à l'extrémité arrière et préservent les gouvernails de tout contact avec le sol ; un patin à l'avant préserve à son tour l'hélice, qui est placée en tête. Des haubans, reliés aux béquilles, empêchent les ailes de se fermer.

Les caractéristiques de l'hélice sont celles-ci : deux branches, prise directe sans embrayage sur le moteur, pas modifiable de 1 m. 30, diamètre de 2 m. 20, 1100 tours par minute en marche normale.

Le moteur est un 55 chevaux, du type Antoinette, à 8 cylindres.

Quand j'aurai ajouté que les ailes attaquent l'air sous un angle de 4 degrés, que deux amortisseurs séparent le chariot de la coque, que chacun se compose de deux tubes, l'un rentrant dans l'autre, lequel est rempli d'air comprimé, que l'amortisseur d'avant peut jouer de 40 centimètres, celui d'arrière de 60, que le poids de l'aéro prêt à prendre son vol, et y compris le pilote, est de 520 kilogrammes, j'aurai relevé les principales caractéristiques de l'*Antoinette*.

D'après le commandant Renard (1), l'*Antoinette* est un appareil fort bien conçu, pouvant exécuter des vols à grande vitesse — ce qui est fort important dans la lutte contre le vent — capable de s'enlever très haut avec la plus grande aisance, doué en conséquence d'une grande mobilité dans le plan vertical — cela a son prix — pouvant emporter un et même deux passagers.

Le commandant Renard conclut que l'*Antoinette* est l'un des meilleurs aéroplanes actuels.

Il nous semble que ces qualités remarquables sont dues, pour la plus grande part, à la puissance élevée de son moteur.

Tout à l'opposé, comme poids, comme dimensions, est la *Demoiselle* de Santos-Dumont.

Ici, point de records sensationnels de durée, de hauteur, de parcours, mais une machine d'une légèreté, d'une finesse incomparables : moteur Darracq de 30 chevaux à deux cylindres — grande puissance encore relativement au poids — pesant 45 kilogr. en ordre de marche, tandis que l'aéroplane non monté pèse 118 kilogr. seulement, 6 m. 20 centimètres de longueur,

(1) La conquête de l'air, Bruxelles, 15 sept., 1er oct., 1er nov. 1909, *L'aéroplane Antoinette*.

5 m. 50 de largeur, deux gouvernails, l'un de direction, l'autre de profondeur, placés à l'arrière, comme dans l'*Antoinette*, mais deux roues portantes seulement ;

Fig. 2. La *Demoiselle* de Santos-Dumont.

l'hélice encore à l'avant, les radiateurs appliqués sous les ailes ; du réservoir d'essence, placé au-dessous des ailes aussi, le carburant est envoyé sous pression dans

Fig. 3. La *Demoiselle* de Santos-Dumont.

un deuxième réservoir plus petit, sis au-dessous du moteur. L'aviateur est complètement au-dessous des ailes, beaucoup plus bas que dans l'*Antoinette*.

Et ce jouet vole. Il volera. Une importante firme de Paris, la maison Clément-Bayard, le construit actuellement en série.

Il vole. Santos-Dumont, qui exécuta en Europe le premier vol mécanique, le 12 novembre 1906, temps lointain déjà dans l'histoire de l'aviation, semblait s'être retiré de la mêlée. Abandonnait-il son sport favori ? que non pas ! Il se recueillait, il étudiait, il s'entraînait seul à Saint-Cyr, il convenait avec M. Guffroy, installé à Buc, à 8 kilomètres de chez lui, que le premier allant rendre visite à l'autre par voie aérienne toucherait mille francs de son rival.

Et le 13 septembre dernier, sans prévenir personne de son intention, Santos s'enlevait de Saint-Cyr et, franchissant, à 80 mètres d'altitude, arbres, routes, vallons, voies ferrées, il atterrissait près de M. Guffroy, gagnant ainsi le pari.

Le 17, nouveaux essais. Départ à 4 heures 1/4, retour, nouveau départ à 5 heures 1/2, et, cette fois, voyage sérieux. Enlevé d'un coup à 70 mètres en l'air, l'oiseau filait droit devant lui, à 80 kilomètres à l'heure, et, bientôt, Santos ne savait plus où il était.

Le moteur ayant quelques ratés, l'atterrissage s'imposait, d'autant qu'une redoutable forêt se révélait à l'horizon. Une magnifique pelouse, dans une propriété privée, s'offrait ; aussitôt adoptée, et voilà Santos, hôte de nouveaux amis.

Le 16 septembre dernier, Santos a enlevé à Curtiss le record du décollage, que cet aviateur détenait depuis le meeting de Brescia. Dans un premier essai, la *Demoiselle* s'était soulevée après un parcours de 40 mètres, mais était aussitôt retombée. Dans un second essai, au contraire, après avoir roulé 70 mètres en 6 secondes 1/4, le petit monoplan s'élançait vraiment en l'air, gagnant Curtiss de 10 mètres.

Nous arrivons à l'aéroplane Blériot, qui a eu la gloire de transporter son inventeur de France en Angleterre. On connaît les diverses péripéties de cet extraordinaire voyage : Blériot, en concurrence avec Latham sur les falaises du Griz-Nez, s'enlevant le 25 juillet à 4 h. 41 m. du matin, dépassant le contre-torpilleur de secours l'*Escopette*, qui file cependant à toute allure, se guidant sur une flottille de sous-marins que sa situation dominante lui permet de voir naviguer sous les eaux, cherchant le long de la côte anglaise un lieu d'atterrissage,

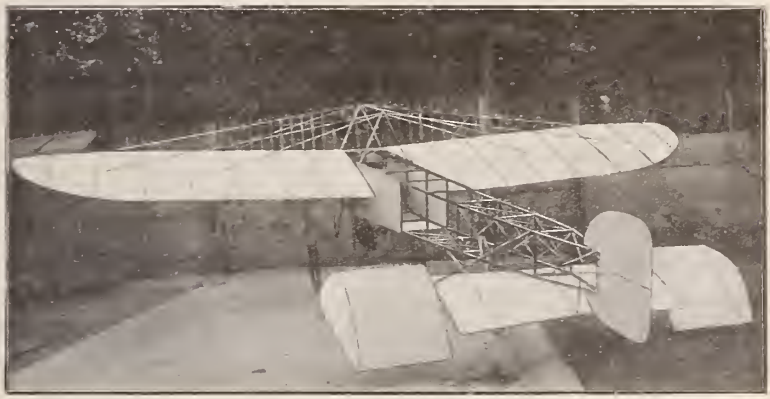


Fig. 4. Monoplan *Blériot XI*.

se posant enfin malgré un vent violent sur le sol, après un parcours de 44 kilomètres, effectué en 37 minutes : voilà le résultat de huit années de recherches, de la construction de onze aéroplanes de plus en plus perfectionnés et d'une prodigalité presque fastueuse...

Avec ses appareils numéros XI et XII, Blériot a volé le 23 janvier 1909 à la vitesse de 75 kilomètres à l'heure, a enlevé le 2 juin un passager, a enlevé le 12 juin deux passagers, a réussi des vols de 47, 50, 44 minutes les 3, 4 et 13 juillet. Enfin il a traversé la Manche, c'est tout dire, et il a gagné ainsi le prix de 25 000 francs proposé par le Daily Mail.

Ici — *Blériot XI* — la surface portante est de 14 mètres carrés, le poids non monté de 200 kilogr., le poids en ordre de marche de 320 kilogr. ; le moteur développe 40 chevaux, le corps est constitué par un fuselage de huit mètres de longueur, l'envergure, presque acceptable, est de 7 mètres 20. Le tout est porté sur un chariot à quatre roues, pourvu d'amortisseurs puissants. Les organes stabilisateurs sont formés d'un empennage fixe horizontal placé à l'arrière du corps, d'ailerons mobiles autour d'un axe horizontal situé dans le plan de l'empennage fixe, d'un plan de dérive placé au-dessus de l'appareil. Le pilote, assis entre les deux ailes, et non pas en dessous, comme dans l'aéro Santos-Dumont, commande avec le pied le gouvernail de direction.

Les ailes du *Blériot XI* ne sont pas planes ; elles sont légèrement gauchies, particularité qui se retrouve d'ailleurs dans tous les aéroplanes. La forme un peu concave augmente la qualité sustentatrice, autrement dit, le poids qui peut être enlevé : elle permet — ce qui est d'une très grande importance — de réduire la surface, et par suite l'envergure.

De plus, un même levier permet, et de modifier ce gauchissement — ce qui est utile parfois pour rétablir l'équilibre — et de faire jouer les ailerons d'arrière.

Enfin, les ailes peuvent se replier le long du corps, ce qui facilite les voyages sur route.

M. Blériot construit aussi les modèles XII, XIII, amplifications du numéro XI, et qui sont destinés, l'un à porter deux personnes, l'autre trois.

Le *Robert-Esnault-Pelterie*, à ailes souples, gauchissables, mesurant 9 m. 60 d'envergure, 8 mètres de longueur, pesant 420 kilogr., a donné aussi de bons résultats.

Le mode de départ est des plus curieux. L'aéro est

posé à terre, incliné sur un côté, supporté par deux roues placées en tandem l'une derrière l'autre. Le moteur est mis en marche, l'aéro se met à rouler, une de ses ailes traînant sur le sol, mais bientôt redressée par une commande ; parfois l'autre aile vient toucher terre, il n'importe : et bientôt la machine prend son vol.

Il me semble, pour des raisons que je développerai plus loin, que le monoplan sera, plus que le biplan,

Fig. 5. Monoplan *Robert-Esnault-Pelterie.*

l'aéroplane de demain. Jusqu'ici cependant, les prouesses de celui-ci sont en tout comparables aux prouesses de celui-là. Et peut-être serait-il plus juste de prévoir une adaptation du monoplan à certaines exigences, et une adaptation toute semblable du biplan à d'autres fonctions. Quoi qu'il en soit, nous ne saurions amoindrir le rôle actuel du biplan, ni même le reléguer en seconde ligne.

C'est aux frères Wright que revient l'honneur d'avoir inventé les biplans. Nous avons exposé l'histoire de leur merveilleux engin, il nous reste à le décrire.

Il est essentiellement formé de deux plans superposés, reliés par des montants verticaux : chacun de ces plans est rectangle et mesure 12 m. 50 d'envergure, 2 m. de largeur ; l'un est situé à 1 m. 80 au-dessus de l'autre.

A l'avant est un gouvernail horizontal, dit de profondeur, dont la manœuvre aide l'aéro à monter ou à descendre ; il est lui-même formé de deux plans superposés, de 5 m. 25 d'envergure chacun, de 0 m. 80

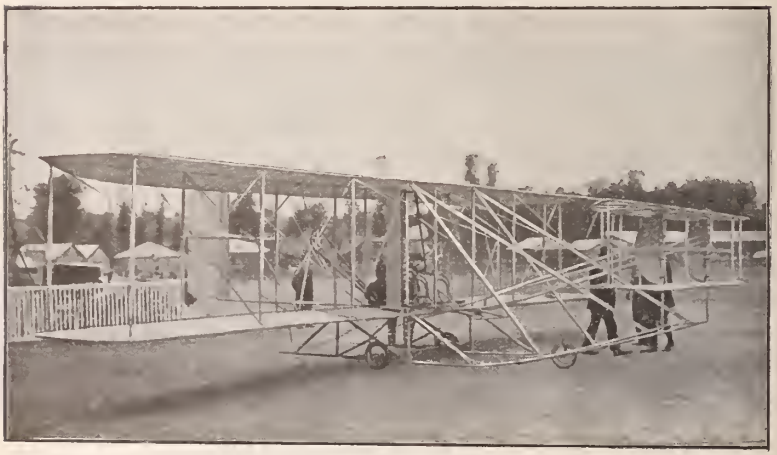


Fig. 6. Le *Wright* (muni de roues).

de largeur, séparés par une distance de 0 m. 90. Un double gouvernail encore, de direction celui-ci, est placé verticalement à l'arrière ; chacune de ses deux surfaces, séparées par un intervalle de 0 m. 50, a 1 m. 80 sur 0 m. 50.

Le moteur, de 25 à 28 chevaux — relativement faible — actionne, par l'intermédiaire d'une démultiplication, deux hélices de 2 m. 80 de diamètre ; le moteur est derrière l'aviateur et les hélices sont placées derrière le moteur.

Cet aéroplane offre les particularités que voici : les ailes sont fixées aux montants verticaux par des arti-

culations à charnières ; un dispositif convenable permet de donner à chacune de ses ailes une légère torsion ; le gouvernail vertical d'arrière est mobile ; les surfaces du gouvernail horizontal d'avant peuvent prendre diverses courbures ; les fils des toiles — trame et chaîne — formant les surfaces, sont disposés de manière oblique par rapport aux lignes principales de la charpente.

La manœuvre de torsion des ailes a un haut intérêt. Elle permet de relever la partie droite, ou la partie gauche, du biplan. Je suppose qu'on relève la partie droite : par un jeu spécial des tendeurs, la partie gauche s'abaisse en même temps. L'angle sous lequel les ailes attaquent l'air se trouve augmenté sur la droite et diminué sur la gauche ; il en résulte que le côté droit s'élève et que le côté gauche s'abaisse : en définitive, le biplan s'incline de la droite, à la gauche de l'aviateur. Celui-ci peut donc combattre l'effet d'un remous qui tendrait à soulever sa gauche et à abaisser sa droite. Mais de la manœuvre qu'il fait résulte une conversion de l'aéroplane vers sa droite, et l'aviateur doit empêcher ce changement de front avec le gouvernail de direction. Un dispositif convenable permet d'effectuer la double manœuvre par une seule impulsion de la main.

Cet aéroplane est, par lui-même, peu stable. Il exige d'incessantes manœuvres d'équilibrage.

Le lancer, comme on sait, est des plus bizarres.

Un pylône solide est planté sur le terrain de manœuvres. En avant est un rail de 50 mètres de long. Sur ce rail peut rouler un chariot léger, qui porte le biplan. Un poids de plusieurs centaines de kilogr., placé en haut du pylône, est relié par un câble, avec poulie de renvoi, au chariot.

On déclanche le poids, il tombe, il met en mouvement l'aéroplane qui, au bout du rail, a une vitesse suffisante à l'enlever, si l'aviateur braque vers le ciel le gouver-

nail de profondeur placé à l'avant. Le moteur a été mis en marche en même temps qu'on a déclanché le poids, et voilà bientôt le biplan voguant en l'air, après avoir abandonné son chariot.

L'absence de roues fait que l'atterrissage est un peu dur, pas dangereux cependant ; on tend aujourd'hui à en ajouter à cet appareil.

Les prouesses que W. et O. Wright et leurs élèves, Paul Tissandier, le comte de Lambert, le lieutenant de l'armée italienne Caldarera, ont exécutées en 1909 sont innombrables. Bornons-nous à quelques citations.

Le 20 mai, à Pau, Paul Tissandier effectue un vol de 57 kilomètres et demi en 1 h. 2 m. et le 23 juillet un vol de 1 h. 23 m. 36 s. à Vichy ; le 2 juillet, à Centocelle, près de Rome, le lieutenant Caldarera tient l'air pendant 40 minutes : il s'était grièvement blessé le 6 mai en tombant de 40 mètres de hauteur, après une chute sans conséquence le 1er mai ; j'omets les vols à deux passagers qui sont fréquents et les vols de W. et O. Wright : ceux-ci ne semblent plus chercher à battre leurs records ; cependant le 21 juillet, à Fort Myer, O. Wright vole pendant 1 h. 20 m. 12 s. et il vole encore pendant plus d'une heure les 9, 10 et 12 septembre.

Le 18 octobre dernier, le comte de Lambert, parti de Port-Aviation à 4 h. 37 m., gagnait rapidement en hauteur et, à la fin du premier tour, sortant délibérément de l'aérodrome, il filait sur Paris, à plus de 150 mètres d'altitude. Disparaissant à l'horizon, il s'en allait, planant à 400 mètres au moins, jusqu'à la tour Eiffel, qu'il doublait, pour revenir après un parcours d'environ 48 kilomètres, et d'une durée de 49 m. 39 s.

MM. Charles et Gabriel Voisin ont construit, eux aussi, d'excellents biplans pour le compte de Léon

Delagrange, Jean Gobron, Paulhan, du capitaine Ferber, etc...

Ces appareils sont formés de surfaces sustentatrices superposées de 10 mètres d'envergure sur 1 m. 80 de longueur. Un fuselage quadrangulaire porte encore à son avant un gouvernail de profondeur à deux plans ; en arrière, est une légère banquette sur laquelle est assis l'aviateur, ayant derrière lui un moteur Antoinette de 50 chevaux, qui commande directement une

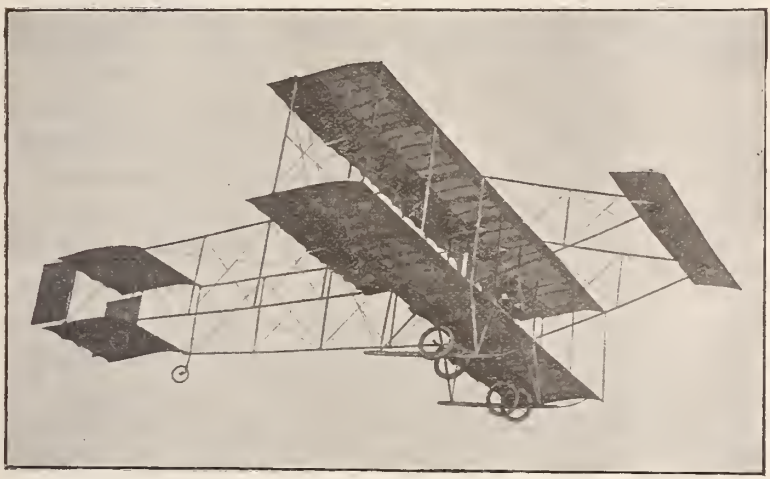


Fig. 7. Le biplan *Farman-Voisin*.

hélice à deux branches à bras d'acier et à pales d'aluminium de 2 mètres 10 de diamètre ; cette hélice est derrière le moteur. A l'arrière de l'aéroplane, reliés aux plans principaux par quatre longerons de bois entretoisés et haubanés, se trouve une queue cellulaire à deux plans horizontaux et trois cloisons verticales ; à cette queue fait suite un gouvernail vertical.

Nous trouvons ici trois roues portantes, garnies de pneus et munies d'une suspension à ressorts amortisseurs. Deux de ces roues sont placées sur les surfaces principales, la troisième, plus petite, sous la queue

arrière. La surface portante est de 60 m², le poids de 450 kilogr.

La stabilisation latérale s'obtient par gauchissement des ailes, comme dans le *Wright*.

Assez semblable est l'appareil *H. Farman n° 3*, avec ses 8 m. d'envergure et ses 50 m² de surface, seulement ; le moteur est réduit à 35 chevaux et le poids à 320 kilogr.

Les principaux records sont 12 kilomètres le 12 mai ; 21 minutes de durée de parcours le 28 juin ; 1 h. 23 m. le 19 juillet ; 48 minutes le 3 août ; 180 kilomètres le 27 août, en 3 h. 4 m. 56 s.

Le 30 octobre, Paulhan, à Broocklands, atteignait 232 mètres de hauteur, puis, le 1 novembre, 275 mètres ; il coupait alors l'allumage et atterrissait en planant ; le 6, à Sandown-Park, il s'élevait à 296 mètres.

Le 3 novembre, Henry Farman parcourait près de 223 kilomètres en 4 h. 6 m. 25 s., à Mourmelon ; puis, le 20, Paulhan se rendait de Mourmelon à Châlons, distant de 60 kilomètres et le 9 décembre M. Farman se rendait de Buc, près Versailles, à Chartres, et, le 31 décembre, il poursuivait son voyage de Chartres à Orléans, parcourant encore 70 kilomètres, ce qui est aujourd'hui le record du vol à travers champs... Je m'arrête ; de telles envolées sembleront bientôt peu de chose.

Je ne prétends point avoir fait l'historique de l'aviation hors de France, ni avoir décrit dans tous leurs détails les aéroplanes actuellement existants. J'ai voulu seulement donner une idée de ce qu'ils sont, insistant sur telle particularité de tel d'entre eux, et ne résumant point, comme il serait aisé, leurs principales caractéristiques. Mon but n'est pas en effet de traiter ce sujet au point de vue technique, mais seulement de montrer ce qu'est l'aviation, de faire naître des idées générales,

de faire connaître l'aéroplane dans la mesure où l'automobile est aujourd'hui connue de tous. Je vais essayer maintenant de démonter cette machine et de faire voir quel est le rôle de ses principaux rouages.

On peut distinguer dans l'aéroplane quatre parties : les ailes, les gouvernails, le moteur, l'hélice.

Pourquoi l'aéroplane en marche se maintient-il dans les airs ?

La formule est simple : l'aéroplane s'avance sous l'effort de l'hélice ; l'air oppose une certaine résistance à cet avancement ; une partie de cette résistance fait contrepoids à la pesanteur, empêche l'appareil de tomber.

Comment la résistance de l'air peut-elle faire contrepoids à la pesanteur ? C'est ce que je voudrais expliquer. Je ne le pourrais d'une manière précise qu'en empruntant le secours du calcul ; du moins puis-je donner une idée de la solution du problème.

Une feuille de papier légère, soumise à l'effet d'un courant d'air vertical, monte dans l'atmosphère. En équilibrant la feuille, on peut, bien que cela soit assez difficile, la maintenir, sous l'action du courant d'air vertical, dans une position à peu près stable.

On peut encore, en l'attachant à une ficelle, la maintenir en équilibre dans un courant d'air oblique : c'est le cerf-volant que tout le monde connaît et on sait, à ce propos, que le courant d'air peut être horizontal.

Renversons les rôles, faisons avancer le cerf-volant dans l'air calme, en courant la ficelle en main : il se soutient encore, l'effet est le même.

Enfin, remplaçons la ficelle et le gamin qui court en tirant son jouet par un propulseur mécanique, actionné par un caoutchouc pour un petit modèle, par un moteur à pétrole pour un aéroplane ordinaire : l'effet sera le même.

L'aéroplane prend donc appui sur ses ailes et la théorie montre que l'effort de sustentation croît avec la vitesse, et non pas comme celle-ci, mais comme son carré ; cet effort devient 4 fois, 9 fois plus grand quand la vitesse double, triple.

Qui plus est, l'effort de sustentation croît encore quand les ailes se rapprochent de la position horizontale ; aussi bien, on cherche à réduire l'angle d'attaque à son minimum, car en le divisant par 2, par 3, la qualité sustentatrice devient deux fois, trois fois plus grande.

Et nous voici amenés à la notion du régime de marche, qui tire son importance de ce que le poids d'un aéroplane monté, sa surface, l'angle sous lequel ses ailes attaquent l'air, la vitesse — dite de régime — qui lui permet de filer horizontalement, sont quatre quantités dépendant les unes des autres.

Le poids et la surface sont invariables pour un appareil donné ; restent donc la vitesse et l'angle d'attaque. Si l'on diminue l'angle d'attaque, c'est-à-dire si on diminue l'inclinaison des ailes sur l'horizon, la vitesse croît, en admettant, c'est entendu, qu'on astreigne l'appareil à progresser horizontalement ; mais si l'on tend à augmenter la vitesse — en accélérant l'allure du moteur — sans diminuer l'angle d'attaque, le fait que les quantités en jeu, poids, surface, angle d'attaque, vitesse sont solidaires les unes des autres produit une rupture d'équilibre entre elles, qui se traduit par une ascension de l'aéroplane : il monte.

Cela explique comment certains aéroplanes enlèvent indifféremment, ou à peu près, deux et même trois personnes : ils se soutiennent en l'air en augmentant leur vitesse quand le poids enlevé augmente lui-même.

Souvent un aviateur coupe l'allumage à 15, 20, 50 mètres d'altitude. Qu'arrive-t-il ? la vitesse de l'aéro décroît ; il est moins bien soutenu qu'en pleine marche,

il descend ; mais la vitesse décroît lentement, aussi la descente est-elle lente.

Les grands oiseaux voiliers, dont le vautour oricou de l'Algérie est le type, arrêtent parfois, eux aussi, leur moteur, je veux dire cessent de battre l'air de leurs ailes puissantes : ils descendent alors lentement vers le sol, mais, phénomène que nul aviateur ne sait imiter et qui ne le sera sans doute jamais, ils savent le plus souvent regagner la hauteur de chute sans battre à nouveau de l'aile : l'explication est aisée. L'atmosphère n'est jamais calme, le vent n'est jamais constant : il est constitué par des rafales qui se suivent. Or, si l'oiseau s'abaisse pendant quelques instants quand il cesse de battre de l'aile, il rencontre bientôt une rafale assez puissante pour le reporter à son altitude primitive, la seule différence de vitesse entre le vent et l'oiseau étant en jeu : un aéroplane monte quand il accélère sa vitesse, un oiseau planant monte quand une rafale lui vient debout. Là paraît être le secret du vol plané, qui a suscité tant de recherches. L'oiseau sait percevoir les moindres variations du vent et, celui-ci augmente-t-il, l'oiseau en profite pour s'élever sans battre de l'aile, sans faire d'effort. Au point de vue de l'aéroplane, cette explication du vol plané est d'ailleurs sans intérêt, car seuls des aéroplanes d'une envergure énorme, 20 mètres peut-être et plus, pourraient jouer le même jeu que l'oiseau ; or, nous verrons que l'envergure doit être réduite le plus qu'il est possible. Nous pouvons toutefois comprendre par là ce qu'est le vol de régime d'un aéroplane.

L'oiseau est une machine puissante, eu égard à son poids, car on peut admettre que certains d'entre eux peuvent développer 1/8 de cheval-vapeur pour 1 kilogr. de leur poids : mais ils ne sauraient marcher à toute puissance pendant une longue durée de temps, il leur serait impossible de progresser très longtemps dans les

airs en battant de l'aile sans trêve ; aussi bien, usent-ils le plus qu'ils peuvent du vol plané.

Semblablement, l'aéroplane, qui n'a à sa disposition qu'une puissance relativement faible, progresse grâce au vol plané : son hélice en effet ne donne guère qu'une traction d'une centaine de kilogrammes, et son poids est de 120, 350, 550 kilogr. Il y a là une sorte de paradoxe qu'un effort de réflexion vient bientôt expliquer.

Une partie de la voilure, et non des moins importantes, est constituée par les gouvernails, tant de profondeur que de direction, et les plans de stabilisation.

Il est important, on le conçoit, d'assurer la stabilité verticale, la résistance au tangage des aéros ; on y parvient soit automatiquement, au moyen de plans de queue, comme dans la plupart des appareils actuels, soit par le gouvernail de profondeur, comme le font les Wright : une répartition convenable des masses entre la tête et la queue intervient d'ailleurs ici. La plupart des graves accidents récents ont été causés par la rupture de cette stabilité, par une tendance de l'aéroplane à piquer du nez.

Il faut empêcher encore les navires aériens d'osciller dans le plan horizontal qui contient leur route, leur trajectoire, de pivoter autour de l'aviateur, à la façon d'un bateau qui, en marche, recevrait des chocs violents à l'arrière, tantôt à tribord, tantôt à bâbord ; l'enpennage vertical y pourvoit suffisamment.

Un troisième problème, du même genre, se pose encore, celui de la stabilité latérale. Le coup de vent perfide, actionnant une seule moitié de l'aéro, soulevant une aile et non pas l'autre, risque bien souvent de faire capoter, chavirer la machine : car les courants atmosphériques, surtout au ras du sol, sont d'une irrégularité déconcertante et sont souvent, eux aussi, la cause de chutes dangereuses. Il s'agit, on le voit, de résister au

roulis, ce que l'on ne sait guère aujourd'hui. La seule solution que l'on connaisse au problème est d'augmenter le plus possible l'envergure et la vitesse : les plans verticaux, placés au-dessous de l'aviateur et formant quille, offrent de trop grands inconvénients pour qu'on puisse les préconiser ; tout au plus peut-on, avec Farman, munir les biplans de surfaces verticales constituant des cellules. Le problème du roulis reste donc posé, car, d'une part, on ne peut guère accroître actuellement la vitesse et, d'autre part, on doit bien plus tendre à diminuer l'envergure qu'à l'augmenter ; nous reviendrons tout à l'heure sur cette question qui est d'une importance extrême.

Voici donc la machine volante telle qu'elle est, voici ses qualités, voici ses défauts. Pénétrons dans son cœur, examinons de près ce qui en fait cet engin mobile si gracieux, ce merveilleux moyen de locomotion, démontons son moteur, son hélice.

L'automobile nous a appris à tous ce qu'est un moteur à pétrole et je me reprocherais de le rappeler, autrement que pour distinguer le moteur d'automobile du moteur d'aéroplane.

Celui-ci dérive de celui-là, mais on a dû l'alléger, et de beaucoup. Il n'est toutefois pas encore ce qu'il devrait être, on ne le sait que trop. L'allègement a fait apparaître divers défauts, qu'il est nécessaire de combattre : nul doute cependant que, d'ici peu, la mise au point ne soit obtenue.

Le poids, qui tombe à 1 kilogr. 1/2 par cheval pour certains d'entre eux, les Antoinette, par exemple, et qui ne dépasse guère chez les plus lourds 2 kilogr., est suffisamment restreint. Restent les conditions accessoires, assurant une marche parfaitement régulière, la carburation, l'allumage et le refroidissement des

cylindres : ce seront désormais les principaux sujets de recherche des constructeurs.

Les moteurs d'aviation ne possèdent pas de volant ; on doit excepter cependant l'Anzani, célèbre par l'usage qu'en fit Blériot à bord de l'aéroplane qui traversa la Manche et le Gnôme : l'Anzani est pourvu de deux volants minuscules, les cylindres du Gnôme sont mobiles autour d'un axe et jouent le rôle de volant.

L'absence ordinaire de volant nécessite une carburation parfaite ; en conséquence, le mélange explosif doit être parfaitement homogène : trop pauvre ou trop riche, il n'explose pas et l'absence de volant détermine un arrêt fatal ; or les carburateurs actuels trop délicats, trop sensibles aux trépidations, à l'échauffement du moteur, donnent souvent des mécomptes.

Par ailleurs, l'allumage électrique, que vient interrompre bien souvent la rupture d'un fil, un mauvais contact, un caprice de la magnéto est, lui aussi, à perfectionner.

Enfin, le refroidissement des cylindres est à étudier de très près. Il est nécessaire, car la chaleur fait non seulement gripper les pistons, mais diminue le rendement dans une proportion qui peut atteindre la moitié : l'air qui pénètre dans les cylindres au moment de l'aspiration se dilate en effet, ce qui réduit la quantité du mélange explosif, et le moteur se trouve affaibli d'autant.

Difficile à obtenir en raison de la grande quantité de chaleur à évacuer, le refroidissement s'effectue par circulation d'eau autour des cylindres dans les moteurs Wright et Antoinette et par ventilation d'ailettes dans les moteurs Esnault-Pelterie, Anzani et Gnôme. Ce dernier mode paraît préférable, comme permettant de réduire le poids, par suppression de l'eau, de la pompe, de la tuyauterie et du radiateur que nécessite le refroi-

dissement par eau : il donne plus de sécurité aussi que celui-ci, par contre il est plus difficile à réaliser.

On le voit, le moteur à explosion, malgré qu'il joue dès maintenant son rôle à peu près convenablement, est encore à perfectionner.

On ne sait trop que dire, par contre, des hélices.

Celles-ci diffèrent dans une assez large mesure, selon les aéroplanes. Leur diamètre, de 2 m. dans le *Robert-Esnault-Pelterie*, atteint 2 m. 80 dans le *Wright*. Tantôt, elles sont calées directement sur le moteur, tantôt elles sont reliées à celui-ci par une démultiplication.

Une hélice est d'autant plus légère qu'elle est plus petite ; et si les dimensions en sont réduites, la nécessité de la faire tourner rapidement pour obtenir un effort suffisant, conduit à la mettre en prise directe sur le moteur ; les organes intermédiaires sont alors supprimés et l'allègement en est accru. Par contre, une hélice petite a, toutes proportions gardées, un rendement moins élevé qu'une grande hélice : aussi bien les deux systèmes ont leurs partisans.

Il semblerait qu'on pût accorder les uns et les autres en usant de grandes hélices calées directement sur des moteurs à allure lente ? Il n'en est rien. Les moteurs ultra-légers des aéroplanes ne peuvent que tourner très vite, car de tels moteurs, en raison de la résistance très limitée de leurs organes, ne peuvent donner un effort considérable pour chacun de leurs coups de piston. On peut obtenir de la puissance avec une machine qui ne peut faire un très grand effort, mais à condition de multiplier le chemin parcouru dans un temps donné, d'exagérer la vitesse : tout moteur léger est donc nécessairement un moteur rapide, tout moteur lent est donc nécessairement lourd. C'est ce qui conduit les constructeurs à faire tourner leurs moteurs à 1000 tours par minute (Voisin) et même à 1600 tours

(Wright) et c'est ce qui les conduit aussi à démultiplier quand ils augmentent le diamètre des hélices : car une hélice prend sur l'air un appui d'autant plus grand qu'elle tourne plus vite et que son diamètre est plus considérable : il existe un rapport bien déterminé entre la vitesse de l'hélice, entre son diamètre, entre la traction qu'elle exerce sur l'aéroplane et entre l'effort du moteur, à tel point qu'on ne pourrait mettre en marche un moteur si l'on calait directement sur son arbre une hélice de trop grand diamètre.

Le rôle de l'hélice se comprend sans trop de peine, habitués que nous sommes à voir cet engin dans les navires. Si l'air est un obstacle à l'avancement des aéroplanes, c'est aussi, selon l'heureuse expression du commandant Renard, un support, nous l'avons dit quand nous avons parlé de la voilure, et c'est encore un point d'appui pour l'hélice : c'est grâce à l'appui que prend l'hélice sur l'air qu'on peut obtenir de la vitesse.

Cette question de l'hélice est cependant obscure encore ; malgré des travaux remarquables, je citerai ceux de M. Drzwieski, on est à peu près réduit à les construire au petit bonheur, car les données expérimentales font par trop défaut. Cela ne doit pas nous surprendre : l'aéroplane n'est-il pas né d'hier ?

Les données qu'on possède se rapportent, pour la plupart, à des hélices tournant sans se déplacer ; or ces données varient quand les hélices se déplacent, surtout se déplacent à très grande vitesse, à 15, à 20 mètres par seconde, et c'est le cas des hélices propulsives des aéroplanes. Telle forme d'hélice qui donnera un bon rendement au point fixe, selon l'expression usuelle, ne sera que médiocre une fois entraînée à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure. Cela s'explique si l'on remarque que le rendement d'une hélice dépend de l'appui qu'elle prend sur l'air ; or un milieu mobile — traction en

marche — et un milieu immobile — traction au point fixe — ne donnent pas le même appui.

La traction exigée par les aéroplanes est d'environ 100 kilogr. On obtient ce chiffre avec les diamètres que nous avons indiqués et avec des pas avoisinant 100 pour 100.

Quel sera l'aéroplane de demain ?

On a émis à ce sujet quelques idées et on a réalisé par ailleurs quelques expériences.

Examinons tout d'abord les idées.

On a beaucoup parlé de l'orthoptère, c'est-à-dire d'une machine imitant le battement d'aile de l'oiseau. Une telle machine est parfaitement réalisable, mais... son rendement serait tellement mauvais qu'il faut renoncer *à priori* à la construire. Elle ne pourrait être enlevée que par un moteur pesant un demi-kilo par cheval, et c'est tout dire. Ce moteur n'existe pas et, si on parvient à le construire, il serait bien mieux à sa place sur un planeur à ailes fixes, comme le sont nos aéroplanes.

Je puis dire de même qu'il n'y a pas lieu de chercher à construire le moteur à réaction, dont il a été si souvent parlé. En apparence, il serait d'une très grande simplicité ; en fait, il gaspillerait beaucoup plus d'énergie que le moteur à explosion.

Voici l'idée qu'on s'en fait communément.

La pièce d'artifice nommée fusée est garnie dans sa partie postérieure d'une composition chimique qui s'enflamme lors du départ et produit, par sa combustion, une grande quantité de gaz ; ceux-ci s'écoulent à travers un orifice étroit et leur action sur l'air ambiant a pour résultat de pousser la fusée en avant. On a dit que ce moteur à gaz en miniature pouvait être amplifié... On a dit qu'il réaliserait ce problème de propulser l'aéroplane sans emprunter le secours de ce transformateur

d'énergie qu'est l'hélice.... on a regardé la médaille à l'endroit, mais on n'en a point examiné l'envers... Cet envers, le voici. Un propulseur à réaction ne peut avoir qu'un très mauvais rendement : si mauvais que c'est pure illusion de vouloir l'adapter aux aéroplanes. La plus grande partie de l'énergie produite est en effet emportée, sans aucun profit, par le jet gazeux. On peut démontrer, par le calcul, les résultats suivants. Concevons un moteur à réaction essentiellement formé d'une chambre où l'on puisse comprimer de l'air, ce qui augmentera de beaucoup l'effet ; introduisons dans cette chambre du pétrole en quantité convenable, enflammons-le, après avoir comprimé l'air à 20 atmosphères : si les dimensions de la chambre et la quantité de pétrole sont telles que les gaz en s'échappant dans l'atmosphère produisent une poussée de 100 kilogr., le travail mis en jeu devra être de 1000 chevaux, environ. Or, les aéroplanes d'aujourd'hui progressent sous l'action de poussées qui avoisinent en effet 100 kilogr., mais des moteurs à explosion de 25 à 50 chevaux, et non de 1000, suffisent à produire, par l'intermédiaire d'hélices, de telles poussées.

On peut perfectionner le moteur à réaction, je l'admets, mais on ne peut concevoir que son rendement devienne 40 fois plus élevé que le calcul ne l'indique et qu'il soit ainsi comparable aux moteurs à explosion actuels.

Moins chimérique serait le moteur à turbine, moteur à gaz s'entend, inité de la turbine à vapeur, qui rénove en ce moment la grande industrie, et surtout la marine.

Les calculs préliminaires à toute application des forces naturelles donnent ici des résultats plus tentants, mais il est nécessaire de distinguer deux sortes de turbines, la turbine à explosion, la turbine à combustion.

La turbine à explosion se composerait d'une chambre fermée à l'arrière par une soupape et terminée à l'avant

par une tuyère débouchant sur une roue à aubes. Une étincelle électrique enflammerait un mélange explosif, air à la pression atmosphérique et vapeur de pétrole, formé à l'intérieur de la chambre ; les gaz produits se précipiteraient par la tuyère sur une roue à aubes, autrement dit une turbine, et lui communiqueraient un rapide mouvement de rotation, qu'un dispositif convenable pourrait transmettre à une hélice. Il se trouve qu'après l'explosion, un vide partiel se produisant dans la chambre, l'air extérieur serait rappelé de lui-même, sans qu'il soit nécessaire de l'envoyer par un compresseur, organe fort lourd ; une simple soupape permettrait donc à la chambre de se remplir et aux explosions de se succéder sans interruption.

Ces premiers résultats sont concluants et ont justifié des recherches approfondies, notamment de MM. Esnault-Pelterie et R. Armengaud : or, il se trouve que le rendement d'un tel moteur est encore très mauvais. Pourquoi ? Parce que les vitesses d'écoulement des gaz brûlés dépendent de la pression et sont, comme cette pression, très variables : la vitesse qu'ils communiquent à la turbine varie en conséquence, et l'on sait que la turbine n'a un bon rendement que sous condition de tourner à vitesse constante. On pourrait améliorer de beaucoup le rendement en comprimant l'air dans la chambre de combustion, mais il serait préférable alors d'employer la turbine à combustion.

Ici, nous entrons dans le domaine du possible.

Celle-ci, qui pourrait donner un jour de bons résultats, est encore essentiellement constituée par une chambre de combustion où, cette fois, on comprime de l'air ; on injecte du pétrole, comme tout à l'heure, mais on le fait brûler de façon continue et non par intermittence ; les résultats obtenus, bien que non définitifs, sont très concluants.

La chambre de combustion, formée d'une enveloppe d'acier et revêtue intérieurement de carborundum, résiste bien aux pressions et aux températures élevées, 1800°; l'allumage constant du fluide gazeux et sa combustion parfaite ont été obtenus par MM. Lemale et Armengaud, qui sont arrivés aussi à abaisser à 600° environ la température des gaz venant agir sur la turbine; celle-ci supporte sans inconvénients cette température.

Il reste à vaincre de très grandes difficultés provenant de l'énorme vitesse — 20 à 30 mille tours par minute — qu'on est contraint de donner à la roue mobile pour pouvoir utiliser convenablement l'énergie cinétique des gaz brûlés, qui arrivent à la vitesse fantastique de 1500 à 1800 mètres par seconde; à ces difficultés s'ajoutent celles de construire un compresseur léger, capable d'envoyer de l'air comprimé dans la chambre de combustion.

M. Bergeron (1), sous-directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble, pense que la turbine à combustion, convenablement mise au point, pourra être adaptée dans l'avenir aux aéroplanes, mais à ceux seulement qui demanderont une grande puissance, 1000 chevaux et plus.

Terminons ces réflexions par une description sommaire des hélicoptères, qui sont des appareils fort différents des aéroplanes et qui paraissent être en bonne voie de réalisation.

L'hélicoptère Paul Cornu est formé d'un bâti long de 6 mètres portant en son milieu le siège de l'aviateur et un moteur; ce moteur, de 24 chevaux actionne deux hélices à axes verticaux de 6 mètres de diamètre chacune; le poids total de l'appareil, aviateur compris,

(1) La conquête de l'air, 1er déc. 1909.

est de 260 kilogr. ; la sustentation de l'ensemble est assurée par la rotation à 90 tours par minute des hélices ; la propulsion est obtenue par la réaction de l'air que refoulent les hélices sur des plans d'orientation variable. Cet appareil, fort différent des aéroplanes, puisqu'il est soulevé par ses hélices, démontre la possibilité de se maintenir en l'air sur place.

Cette possibilité, entrevue de tout temps d'ailleurs et que Ponton d'Amécourt tenta de réaliser il y a cinquante ans, est aussi démontrée par l'hélicoptère Bréguet-Richet, qui comporte, lui, 4 hélices, toujours à axes verticaux, de 8 m. 20 de diamètre chacune, actionnées par un moteur de 45 chevaux, donnant chacune un effort de 150 kilogr. quand elles tournent à 75 tours par minute. Ces hélices offrent cette particularité importante : leurs axes peuvent être inclinés sur l'horizon ; elles servent alors de propulseurs, en même temps qu'elles soutiennent l'appareil en l'air.

M. Bréguet s'est élevé six fois en l'air : on le voit, la route est ouverte.

Quoi qu'il soit de ces idées, les unes réalisables, les autres du domaine de la chimère, quoi qu'il soit des essais que nous venons de rapporter, l'aéroplane est actuellement la seule machine plus lourde que l'air qui ait vraiment réalisé le problème du vol.

Les efforts des inventeurs et des constructeurs doivent donc s'attacher surtout à perfectionner l'aéroplane. Nul doute que les nombreux aviateurs qui ont acquis récemment les appareils Blériot, Latham, Santos-Dumont, Wright, Voisin, pour ne citer que les principaux, ne perfectionnent peu à peu ces machines et ne les rendent pratiques d'ici peu.

Je n'ai rien à ajouter à ce que j'ai dit des moteurs.

La voilure, par contre, prête à quelques réflexions.

L'envergure actuelle des aéroplanes, exception faite

pour la *Demoiselle* de Santos-Dumont, est, à certain point de vue, beaucoup trop grande. L'aéroplane ne saurait entrer en effet dans le domaine pratique si ses dimensions lui interdisent de rouler sur les chemins ordinaires, soit au départ, soit à l'arrivée, soit en cas d'avarie, soit enfin pour se ravitailler. Tout particulièrement au départ, un parcours à terre de 50 à 100 mètres lui est nécessaire et il est douteux qu'on puisse abaisser celui-ci au-dessous de 10 ou de 20 mètres. Or, conçoit-on des routes encombrées par des véhicules de 6 à 12 mètres d'envergure ?

Amusés au début par le jouet nouveau et rare, on accorde aujourd'hui la plus grande indulgence aux aviateurs. Quand ils voudront prendre leur part de la route, si cette part est celle du lion, si elle dépasse 4 mètres, 3 mètres, ils seront traités en ennemis. Que de haines ont excitées la bicyclette, si modeste, la moto, un peu moins déjà, l'automobile, trop orgueilleuse bien souvent ! Que serait-il de l'aéroplane réclamant à la fois le milieu, la droite et la gauche du chemin, tombant comme un bolide, en suite d'une panne, sur quelque attelage, ou même quelque piéton !

Or, réduire l'envergure des monoplans ne paraît pas possible encore. Peut-être serait-il moins difficile de réduire l'envergure des biplans, des multiplans, et là, peut-être, est l'avenir de ceux-ci, car la résistance au roulis, au capotement, la stabilité latérale, si précaire aujourd'hui, ne s'accroît qu'en augmentant soit la vitesse, soit l'envergure.

Elle croît comme la vitesse et comme le carré, hélas! de l'envergure. Elle croît encore avec la surface, mais elle double, elle triple seulement quand celle-ci double et triple ; de même quand la vitesse double et triple ; elle devient par contre quatre fois, neuf fois plus grande, quand l'envergure devient double, devient triple.

Si on laisse au *Wright* ses 50 mètres carrés de surface, mais si on réduit son envergure de 12 mètres 1/2 à 8 mètres, on ne retrouvera une stabilité latérale équivalente, qu'en portant sa vitesse de 70 à 180 kilomètres à l'heure, ce que les moteurs actuels pourraient peut-être permettre, sous condition de construire des ailes, des membrures et des hélices de résistance convenable.

Mais doubler ou tripler les vitesses actuelles nous conduit par trop en dehors des résultats acquis pour qu'il soit possible d'approfondir le sujet. Et, quand bien même ces grandes vitesses seraient réalisées en plein vol, la question de la stabilité latérale se poserait encore au départ et à l'atterrissage, où l'allure est forcément ralentie.

Peut-être cette question de stabilité ne sera-t-elle résolue que par un dispositif tout spécial, aussi spécial qu'est le pneumatique de la bicyclette et de l'auto : on ne sait. C'est à croire cependant, et le monoplan reléguerait alors le biplan au second rang, surtout si ses ailes réduites à 3 ou 4 mètres d'envergure pouvaient se replier, bien plus encore s'il n'était nécessaire de les déployer qu'une fois en l'air.

Un accumulateur de 300 kilogr. au plus, pouvant emmagasiner une partie du travail du moteur de l'aéroplane, et capable de donner de temps à autre un effort de 150 à 200 chevaux pendant quelques dizaines de secondes, suffirait à actionner deux hélices à axes verticaux soutenant l'aéroplane en l'air ; et une envergure de 4 mètres suffirait à de telles hélices. Que l'aéroplane s'enlève sous l'effort de l'accumulateur, qu'il étende ensuite ses ailes, et le problème est résolu. Qui plus est, la panne du moteur n'est plus à craindre. Mais un tel accumulateur n'existe pas. La turbine Armengaud-Lemale, qui ne pèse que 85 kilogr., peut donner 200 chevaux pendant 80 secondes en consom-

mant 2 kilogr. de pétrole, 10 kilogr. d'eau et 30 kilogr. d'air comprimé ; mais le compresseur pèse 540 kilogr. et le réservoir 600. Si l'on peut ramener ces derniers chiffres à des proportions beaucoup plus modestes, il ne sera pas impossible de réaliser le monoplan pratique.

Il se peut, d'ailleurs, qu'on parvienne au but par une voie tout opposée.

Quelle que soit la difficulté, il faut réduire l'envergure, il faut aussi, on l'a dit, donner plus de régularité au régime de marche du moteur et c'est par des modifications lentes des appareils actuels, aéroplanes et hélicoptères, qu'on arrivera à l'aéroplane de demain, moins encombrant, moins sujet à la panne et plus stable. Et au risque de décourager quelques chercheurs, j'ajouterai qu'il n'y a guère lieu d'attacher de l'intérêt aux modèles réduits nouveaux qu'on expose en grand nombre chaque année ; tout d'abord, on ne peut faire d'essais concluants avec ces modèles ; le pourrait-on que le modèle d'exécution se comporterait sans doute différemment du modèle réduit, la similitude n'existant pas en mécanique. Deux appareils semblables, mais l'un trois fois plus grand que l'autre, donnent aux essais des résultats qui peuvent n'avoir rien de commun. Enfin, seul l'aéroplane monté peut manifester son aptitude à résister aux vagues d'air, l'un des points capitaux qui doivent être l'objet de l'attention des constructeurs, puisque de cette aptitude dépend la sécurité nécessaire.

Qu'il me soit permis en terminant de saluer ici les glorieuses victimes du vol mécanique, Lefebvre, Fernandez, Delagrange, le capitaine Ferber : je dois à celui-ci l'honneur d'avoir été initié à l'aviation. Moins heureux que tant d'autres, ils ont été victimes de leur amour pour la science : leurs noms sont à jamais gravés dans l'histoire.

Je rendrai aussi un juste hommage aux théoriciens, le colonel et le commandant Renard, MM. Chaudy et Soreau, Legrand, Rateau, Eiffel, Painlevé — et j'en passe — M. Marchis qui, dans un magistral ouvrage, a su condenser le peu de données scientifiques que comporte encore le sujet.

Je remercierai enfin les généreux Mécène qui ont, par leurs libéralités, permis la fondation de chaires d'aéronautique et de laboratoires d'expériences, tant en France qu'à l'étranger, et surtout parmi ceux-ci, M. A. Deutsch de la Meurthe qui vient de fonder un Institut aéro-technique en le dotant d'une somme de 300 000 francs, et M. Bazil Zaharoff, qui a affecté 700 000 francs à la création d'une chaire d'aéronautique en Sorbonne.

Désormais la conquête de l'air par le plus lourd que l'air est assurée.

Vte R. de Montessus.

Janvier 1910.

LES TROIS ÉTATS DE LA MATIÈRE

ET

LES CRISTAUX LIQUIDES

Un premier coup d'œil jeté sur le monde matériel suggère l'idée de trois manières d'être typiques sous lesquelles se présentent les corps. Les uns conservent, quand on les manie, leur forme et leur volume : ce sont les *solides*. D'autres gardent leur volume, mais prennent successivement et sans violence apparente les formes les plus diverses, celles en particulier des solides qui les touchent : ce sont les *liquides*. D'autres enfin n'aspirent qu'à changer et de forme et de volume ; d'eux-mêmes ils adoptent la figure et les dimensions du vase où on les enferme : ce sont les *gaz*.

Une observation plus attentive ne tarde pas à montrer que les circonstances extérieures ont plus d'influence sur l'état physique d'un corps donné que la nature même de ce corps. En faisant varier d'une manière convenable la température et la pression, on peut amener une substance qui présente, dans les conditions ordinaires, les propriétés du gaz, à prendre celles que l'on attribue au liquide, ou forcer un solide à se ranger parmi les fluides. La classification vulgaire n'a donc rien d'absolu. Dans un monde où la pression et la température moyennes seraient très différentes de ce qu'elles sont aujourd'hui sur notre globe, elle pourrait être bouleversée de fond en comble, comme

elle l'est à chaque instant dans les laboratoires où l'on voit l'*air liquide* et l'*anhydride carbonique solide*.

D'autre part, sans sortir de notre monde et sans faire violence à la nature, nous rencontrons à chaque pas des vapeurs, des corps mous, sirupeux, plastiques, visqueux, où se trouvent réalisés, pour chacune des propriétés qui semblaient caractéristiques des solides ou des fluides, tous les degrés entre ceux qui correspondent à deux états jugés tantôt différents. Quelle place leur donner dans notre classification, et comment formuler, pour chacun des trois états de la matière, une définition précise qui le distingue des deux autres?

Pareille distinction s'accorde mal évidemment d'une simple *différence de degré* entre les mêmes propriétés que se partagerait une série continue de corps intermédiaires, reliant entre eux ceux qu'il nous aurait plu de choisir comme types. Dans ce cas, en effet, le classement des corps sous trois états rappellerait la division du spectre solaire en sept couleurs : il serait, à certains égards, moins arbitraire peut-être et pratiquement plus utile, mais il ne serait ni plus ni moins fondé sur la réalité.

Les recherches intentionnelles faites dans cette voie, et les découvertes auxquelles elles ont conduit, loin de nous fournir ces caractères distinctifs, ont, au contraire, effacé de plus en plus ceux que tour à tour on a invoqués, en même temps qu'elles ont mis de mieux en mieux en lumière la continuité réelle et l'enchaînement intime de toutes les formes de la matière.

A l'époque où Boyle et Mariotte étudiaient la compression de l'air, tous les physiciens croyaient avec eux à l'existence de corps *essentiellement gazeux*, que l'on eût tenté en vain de faire passer à l'état liquide en les soumettant au froid le plus intense et aux plus énormes pressions. C'est une *loi d'état*, une loi carac-

téristique des *corps gazeux*, que Boyle et Mariotte ont cru découvrir et c'est bien comme *loi d'état* qu'elle fut acceptée par leurs contemporains. On la formule encore dans les mêmes termes, mais sous réserve des restrictions qu'elle comporte : le volume d'une masse gazeuse, à une température donnée, quelle que soit son espèce chimique, est inversement proportionnel à la pression qu'elle supporte.

Le contrôle ultérieur de l'exactitude et de la généralité de cette loi, les travaux de Regnault entre autres, modifièrent singulièrement cette manière de voir ; mais même après les essais heureux de Faraday sur la liquéfaction des gaz, la croyance à l'existence des *gaz permanents* ne fut pas abandonnée. Qu'il nous suffise de citer ici un passage très net de l'éloge de Faraday par J.-B. Dumas (1) :

« Les expériences de Faraday sur la liquéfaction des gaz, écrit-il, confirment aussi l'antique classification de la matière : terre, eau, air et feu, qui en représentaient les quatre qualités : solide, liquide, gaz et chaleur. Car Faraday a forcé tous les gaz connus à changer d'état, *six exceptés* ; ce sont les moins solubles dans l'eau : l'hydrogène, l'azote et l'oxygène ; l'hydrogène protocarboné, le bioxyde d'azote et l'oxyde de carbone. Ces six gaz, en outre, entrent, par eux-mêmes ou par leurs éléments, directement ou indirectement, dans la trame solide des tissus organisés et dans les liquides qu'ils emprisonnent ; comme si le procédé de la vie, cherchant l'obstacle, aimait à s'exercer sur des produits particulièrement rebelles à l'assimilation.

» L'air est donc formé de deux éléments qui ont résisté à la liquéfaction et à la solidification : l'oxygène et l'azote. Or, si les deux éléments de l'air étaient liquéfiables, ils seraient solubles, et l'eau des mers

(1) *Discours et éloges académiques*, t. I, p. 65.

aurait dissous presque tout l'air qu'exige notre propre respiration. La vie des habitants de l'onde y aurait gagné, peut-être, mais celle des êtres qui peuplent la surface de la Terre en serait devenue impossible. Mais rassurons-nous, l'air a été soumis par Faraday à la pression de cinquante atmosphères, c'est-à-dire à celle d'une colonne d'eau six ou sept fois égale à la hauteur du Panthéon, en même temps qu'il était refroidi à 100° au-dessous de zéro : d'autres expérimentateurs ont doublé cette pression : jusqu'ici, personne n'a vu l'air liquide. »

On sait qu'Andrews a expliqué l'insuccès de Faraday et indiqué le moyen de le prévenir : un refroidissement convenable, différent mais déterminé pour chaque gaz, joint à une pression qui n'a rien d'excessif, suffit à les *liquéfier tous* et même à les *solidifier*. Dès lors, les relations intimes de l'état gazeux et de l'état liquide et leur *continuité*, n'ont cessé d'être mises de mieux en mieux en lumière ; elles ne font plus aujourd'hui de doute pour personne.

La comparaison des solides et des liquides a été l'objet de travaux non moins importants, inaugurés par une expérience célèbre de Tresca et magistralement continués par une série de belles découvertes dues surtout à M. W. Spring (1).

Tresca, en 1864, montra le premier qu'on pouvait faire apparaître, dans les corps solides sous pression, certaines propriétés regardées jusque-là comme caractéristiques de l'état liquide. Il comprima, au moyen d'une presse hydraulique, des lames métalliques diverses superposées dans un cylindre dont le fond

(1) Voir, dans les *Rapports présentés au Congrès international de Physique* (Paris, 1900) : W. Spring, *Propriétés des solides sous pression, diffusion de la matière solide, mouvements internes de la matière solide*, t. I, p. 402.

était percé d'un orifice. Il vit que le parallélisme des lames ne se maintenait pas, mais que celles-ci *s'écoulaient* par l'orifice, sous forme de tubes emboîtés l'un dans l'autre.

Les corps solides ne forment donc pas un groupe particulier que caractériserait une *rigidité* rebelle à la fluidité et assurant la *conservation de leur forme*. Ils ne diffèrent des liquides, à ce point de vue, que par un *frottement intérieur plus grand*. « Une pression qui s'exerce sur un point quelconque d'un solide, écrit Tresca, se transmet également dans toute la masse et provoque un écoulement là où il y a le moins de résistance. » — « Les lois de l'Hydrostatique et de l'Hydrodynamique, conclut M. W. Spring, sont applicables aux solides sous forte pression. »

D'autre part, nous en verrons la preuve dans une expérience de M. Schwedoff, on trouve, dans les liquides, des vestiges de cette *rigidité* qui semblait, à première vue, l'apanage des solides, et l'on constate que la *fluidité* des liquides n'est autre chose qu'une *rigidité amoindrie*.

On a fait appel à une autre propriété pour définir les solides. On a dit qu'ils n'ont qu'une *élasticité limitée*, à l'encontre des *liquides* dont l'*élasticité* serait *illimitée*.

De fait, quand on comprime un liquide, son volume diminue et, dès que l'effort extérieur auquel on l'avait soumis cesse d'agir, il reprend toujours et très exactement son volume primitif : son élasticité de pression est parfaite.

L'élasticité a, au contraire, une limite dans les solides soumis à la traction, à la torsion ou à la flexion : un effort trop grand entraîne ici une déformation permanente. On en avait conclu, et on a cru longtemps, que le corps solide admettrait aussi une *diminution permanente de volume* si on le soumettait à une

pression suffisante. Les travaux de M. Spring ont montré qu'il n'en est rien.

Ils comblaient une lacune manifeste. Pour comparer l'élasticité du solide à celle du liquide, il faut évidemment placer le solide et le liquide dans des conditions identiques, les soumettre à des efforts de même genre. Or on comprime les liquides en *vase clos ;* il faut donc comprimer aussi les solides en une enceinte fermée, de manière à réaliser, dans les deux cas, une *pression hydrostatique*, égale en tous sens. On constate alors que la *diminution de volume* provoquée par cette *pression* n'est pas permanente : le solide revient à son volume primitif dès que l'effort subi, *quel qu'il ait été*, cesse d'agir ; pour les solides, comme pour les fluides, il n'y a pas de limite à l'élasticité dans la *diminution du volume* (1).

Les solides, comme les liquides, ont donc une élasticité de pression parfaite. La limite n'apparaît que dans le cas de déplacements relatifs *latéraux* des particules de la matière solide, dus à la traction, à la torsion et à la flexion.

Or ici encore l'analogie se maintient : les mêmes propriétés se retrouvent, à des degrés différents, dans les solides et dans les liquides. — Serait-il donc possible d'étirer un liquide, de le tordre, d'étudier la manière dont il réagit à pareil effort et de lui découvrir cette fois une élasticité limitée ?

Nous n'avons pas à nous étendre ici sur l'*élasticite limitée de traction* des liquides, manifestée dans un grand nombre d'expériences. M. G. Van der Mens-

(1) Les expériences de M. Spring ont montré toutefois qu'à côté des solides, parfaitement élastiques, il y en a que la compression peut condenser d'une manière permanente. Ce sont ceux qui présentent plusieurs états allotropiques caractérisés surtout par une différence notable de densité. Mais ce n'est point là, à proprement parler, le résultat d'un défaut d'élasticité ; c'est celui d'une transformation intime du corps, et nous verrons plus loin que pareille transformation existe aussi dans les liquides.

brugghe en a entretenu nos lecteurs à plusieurs reprises ; il nous suffit de renvoyer à ses articles (1). Disons un mot seulement de l'*élasticité limitée de torsion*. Elle a été provoquée et mesurée dans l'expérience de M. Schwedoff à laquelle nous faisions tantôt allusion.

La torsion tend à déformer les corps ; la réaction élastique qu'elle provoque dépend de leur *rigidité*. Pour la mesurer, la balance de torsion est l'instrument de choix : c'est à elle que M. Schwedoff s'est adressé (2).

Un vase cylindrique en verre, chargé de grenaille, est suspendu à un fil d'acier à l'intérieur d'un autre vase plus large. L'espace annulaire compris entre les deux parois est rempli du liquide à étudier. On imprime une torsion δ au fil, en agissant sur son extrémité supérieure : le cylindre suspendu, entraîné par la réaction du fil, éprouve un déplacement angulaire et imprime au liquide une torsion ω. Si le liquide est privé de rigidité, son frottement seul réagira contre l'élasticité du fil : la rotation du cylindre intérieur se fera de plus en plus lente et s'arrêtera au moment où le fil sera complètement détordu, c'est-à-dire quand l'angle dont le vase aura tourné sera devenu égal à δ. Dans la même hypothèse on pourra arrêter la déformation du liquide à tout instant, en détordant complètement le fil.

D'autre part, si le liquide est *rigide*, c'est-à-dire capable de *réagir contre l'effort de torsion à l'état statique*, tout en conservant sa figure déformée, il doit arriver un moment où la réaction élastique du liquide tordu fera équilibre au couple de torsion du fil. Cette fois, le vase intérieur restera au repos malgré la force

(1) Voir, entre autres, dans la REVUE DES QUEST. SCIENT., livraison du 20 avril 1909 : *Étude de quelques effets remarquables de l'élasticité des liquides*.

(2) Voir dans les *Rapports du Congrès international de Physique* (Paris, 1900), t. I, p. 478.

élastique du fil, non complètement détordu et, si l'on achève de le détordre, ce sera le liquide qui, tendant lui-même à reprendre sa figure primitive, travaillera à tordre le fil en sens inverse. Or l'expérience montre que c'est justement ce dernier cas que présente une solution de gélatine, quelque grande que soit sa dilution.

Voici un aperçu des résultats auxquels M. Schwedoff est arrivé en travaillant sur une semblable solution qui contenait 5 gr. de gélatine pour un litre d'eau, et à une température comprise entre 18 et 20 degrés centigrades :

1° Le module de rigidité du liquide fut trouvé égal à 0,535 dyne par centimètre carré. Cela signifie que la rigidité de ce liquide est 1 trillion 840 billions de fois plus faible que celle de l'acier.

2° L'élasticité du liquide est parfaite *si la déformation ne dépasse pas une certaine limite* et ne dure qu'un moment. Il en est ainsi des solides pour un temps plus long.

3° Si la déformation réelle ou effective dépasse cette limite et dure un certain temps, le liquide ne revient plus à sa figure primitive quand on supprime l'effort de torsion : il reste une déformation résiduelle qui croît avec le temps quand on maintient la déformation. Les solides ne se comportent pas autrement.

L'expérience montre donc qu'au sein des liquides, aux limites extrêmes de la cohésion, se retrouvent les mêmes phénomènes qui accompagnent la déformation d'un corps solide, celle d'un *ressort d'acier*, par exemple.

En résumé, les solides ne sont pas dépourvus des propriétés qui ont été longtemps regardées comme caractéristiques de l'état liquide, la *fluidité* et l'*élasticité parfaite :* ils coulent sous pression, et ils reprennent exactement leur volume primitif quand ils sont soumis,

dans leur état allotropique stable, à une compression hydrostatique. D'autre part, les liquides conservent des vestiges des propriétés attribuées aux solides : la *rigidité* et l'*élasticité de déformation limitée :* ils réagissent à la traction, à la torsion et peuvent subir des déformations résiduelles.

Bien d'autres propriétés encore sont communes, à des degrés différents, à ces deux états de la matière. C'est ainsi que M. Spring a montré, par une série d'expériences du plus grand intérêt et d'une importance capitale, que les solides jouissent de la propriété des liquides de *se fusionner*, de *se souder*, de *diffuser* l'un dans l'autre au contact physique réel, ou sous l'influence de l'électricité. Ils peuvent aussi exister, dans les conditions ordinaires de température et de pression, dans un *état instable*, rappelant la surfusion ou la sursaturation des liquides et des solutions. Un changement dans la température ou dans la pression peut provoquer une modification de cet état et réaliser l'état stable (généralement l'état cristallin), sans liquéfaction préalable de la matière, etc. La place nous manque pour rappeler ici le détail de ces belles recherches ; nous renvoyons les lecteurs aux mémoires du savant physicien belge et au rapport cité plus haut qui les résume.

La conclusion s'impose. D'une part, la continuité entre l'état gazeux et l'état liquide est établie ; d'autre part, l'état solide se manifeste de plus en plus, au cours d'expériences variées, comme le prolongement de l'état liquide. Entre le gaz parfait et le liquide idéal, entre ce liquide et le solide franc, des intermédiaires se rencontrent partageant, à des degrés différents, des propriétés communes, sans discontinuité qui les groupe en séries naturellement distinctes. Comment dès lors formuler des définitions exactes et précises qui caractérisent ces différents états ?

On a cru résoudre la difficulté, pour les solides et les liquides, en réservant le qualificatif *solide* aux corps *cristallisés*, les corps *amorphes* étant alors regardés comme des *liquides visqueux à l'extrême*. Mais cette suprême ressource nous échappe à son tour : nous allons voir qu'il existe des *cristaux liquides* (1).

Parmi les attributs physiques des corps, la *forme cristalline* paraît être, plus que tous les autres, caractéristique d'un état de la matière susceptible d'une définition précise. On ne la rencontra longtemps que dans la matière solide, où toutes ses propriétés sont bien celles d'un *édifice rigide* que ruinerait, semble-t-il, la fluidité. C'est de ce point de vue que la notion du cristal s'est formée.

L'expérience fit découvrir que, dans un *milieu cristallin* homogène, les propriétés physiques — la dureté, l'élasticité, la conductibilité calorifique, le rayonnement de la lumière, etc. — variables, en général, avec les directions suivies, sont identiques dans toutes les directions parallèles, quels qu'en soient les points de départ au sein du milieu ; tandis que, dans un *milieu amorphe*, dans l'eau par exemple, toutes les directions se montrent équivalentes à ces divers points de vue. On dira donc que la caractéristique des corps cristallisés est que les *propriétés physiques* y sont ordonnées suivant les directions.

(1) On trouvera dans le *Traité de Physique* de O. D. Chwolson (t. II, quatrième fasc., pp. 886-902 et p. 911) un résumé des travaux relatifs aux cristaux liquides et une bibliographie étendue du sujet. Il convient d'y ajouter, parmi les publications récentes et facilement accessibles, les articles suivants que nous suivrons dans notre exposé : P. Gaubert, *Les cristaux liquides*, Revue scientif., livraison du 9 janvier 1909. — O. Lehmann, *Les cristaux liquides*, Conférence faite à la Société française de physique, le 16 avril 1909, publiée dans le Journal de physique, livr. d'octobre 1909. — Ch. Maurain, *Les cristaux liquides*, Revue du mois, livraison du 10 novembre 1909.

Mais de quoi peut dépendre, dans un corps, pareille répartition de ses propriétés ? — Sans doute, de la distribution des particules matérielles. On admettra donc qu'il existe, dans un corps cristallisé, une infinité de points autour desquels *la distribution de la matière* est ordonnée de la même façon suivant les directions.

Ce principe posé, le géomètre s'en empare pour en tirer, dans l'hypothèse de la discontinuité de la matière, la notion capitale de la *structure réticulaire des milieux cristallisés*. Le fait primordial de la cristallisation se conçoit alors comme l'obligation imposée aux particules matérielles, supposées identiques, de se distribuer sur les nœuds d'un assemblage de parallélipipèdes, en sorte qu'elles soient équidistantes sur les files de nœuds et alignées en quinconce sur les réseaux des plans de l'assemblage. Si l'on accepte la théorie atomique, ces particules ne seront autre chose que les molécules identiques dont le corps est supposé constitué, et chacune de ces molécules sera un petit polyèdre. On dira alors que, dans l'acte de la cristallisation, les *polyèdres moléculaires* se placent de telle sorte que leurs centres de gravité occupent les nœuds du réseau et qu'ils s'orientent tous, de la même manière, autour de ces points.

Tandis qu'un corps amorphe est l'image de la confusion, un pêle-mêle de molécules aux orientations capricieuses et aux distances mutuelles indéterminées, un cristal sera donc un édifice ordonné où toutes les molécules, orientées de la même manière, sont, en outre, régulièrement distribuées et espacées, suivant des directions de files rectilignes. On comprend dès lors que le milieu amorphe soit *isotrope*, c'est-à-dire que toutes les directions y soient équivalentes au point de vue des propriétés physiques, puisque, en moyenne, la confusion s'y retrouve également dans toutes les directions ; et l'on conçoit aussi que le milieu cristallin

soit, en général, *anisotrope*, puisque l'ordonnance de sa structure entraîne celle de ses propriétés physiques.

Mais d'où peut provenir cette tendance à la symétrie sinon de la poursuite systématique de la stabilité, qui est bien le caractère propre du monde matériel ? Plus un corps est symétrique, en effet, mieux il résiste aux influences extérieures. La structure *cristalline* suppose donc, pour s'établir et se maintenir, une certaine cohésion de la matière, une certaine rigidité, un état d'équilibre stable des forces internes de coordination et d'orientation, qui n'exclut pas toute plasticité, mais qui semble inconciliable avec la fluidité, conséquence du relâchement des liens moléculaires. On connaissait, en effet, des cristaux plastiques, tels que ceux du nitrate d'ammonium et de beaucoup de substances organiques ; mais l'idée n'était venue à personne qu'on pût en rencontrer dont la fluidité dépasse de beaucoup celle de l'eau. On savait que les faces planes et les arêtes vives, qui se rencontrent dans les cristaux proprement dits, manquent dans certains sphérolites, et en particulier dans d'intéressants édifices cristallins découverts par Michel Lévy et Munier-Chalmas dans la calcédoine ; mais on n'imaginait pas qu'une gouttelette liquide pût posséder à demeure les propriétés ordonnées du cristal, et différer d'une autre gouttelette liquide comme le diamant diffère du carbone amorphe.

C'est au physicien allemand O. Lehmann, que nous devons d'avoir été détrompés. Ses premières recherches remontent à plus de vingt ans. Il est vrai qu'en 1876 déjà, le savant professeur de Karlsruhe avait étudié l'iodure d'argent, qui devient liquide en passant par un état pâteux constitué par des cristaux octaédriques ; mais ce n'est qu'en 1888 qu'il rencontra des cristaux tout à fait liquides.

Au cours de ses recherches antérieures, il avait fait

construire un microscope polarisant muni d'un dispositif spécial permettant l'échauffement et le refroidissement des préparations, et se prêtant très bien à l'observation de la cristallisation microscopique. Il s'en servit pour étudier le benzoate de cholestérine, auquel M. Reinitzer venait de découvrir comme deux points de fusion : à 145°,5 cette substance donne un *liquide trouble* qui s'éclaircit à 178°. M. Lehmann constata que ce *liquide trouble* était très biréfringent. D'autres substances furent découvertes qui présentent le même caractère de la double fusion et dont la variété liquide trouble se montre également biréfringente. Nous reviendrons plus loin sur ces phénomènes ; disons de suite que M. Lehmann a conclu, de leur étude, l'existence de cristaux fluides dont le *liquide trouble* serait fermé.

Ces découvertes ne semblent pas avoir attiré, au début, l'attention qu'elles méritaient, et l'interprétation qu'en donnait M. Lehmann rencontra la contradiction. Tammann, Nernst et d'autres physiciens, se refusaient à admettre l'existence de cristaux liquides ; pour eux, ces milieux troubles étaient des émulsions de deux liquides et les phénomènes optiques observés étaient dus à l'intervention de particules solides en suspension.

Cependant M. Lehmann poursuivait ses recherches avec une grande sagacité et une ardeur inlassable : de nouveaux faits s'ajoutaient aux précédents et désarmaient enfin la contradiction. Aujourd'hui ses idées, dans ce qu'elles ont d'essentiel, sont généralement acceptées, et tous s'accordent à voir, dans la découverte des cristaux liquides, une des conquêtes les plus importantes de ces dernières années.

M. Lehmann a rangé ces cristaux en deux groupes. Les uns rappellent les cristaux solides par leur forme géométrique et leurs propriétés optiques; on les observe isolés, quoique fluides, au sein des solutions où ils sont

nés. Ceux du second groupe rappellent plutôt les sphérolites : ce sont des *gouttelettes sphériques* à structure symétrique, que leur propriétés optiques, sinon leur forme, rattachent à la matière cristalline. Donnons des exemples en nous restreignant aux faits principaux.

Plaçons sur la lamelle porte-objet d'un « microscope de cristallisation » une solution saturée à chaud d'oléate d'ammonium dans l'alcool, et observons-la pendant le refroidissement : nous verrons s'y former de petits cristaux. Ils ont la forme d'une double pyramide très allongée, dont les arêtes et les sommets sont *légèrement arrondis ;* ils sont biréfringents uniaxes : ils n'ont qu'une seule direction d'uniréfringence et s'éteignent, en lumière polarisée parallèle, suivant leur longueur. Toutefois, leurs propriétés optiques s'atténuent ou même disparaissent dans les parties arrondies.

Isolés, au sein de la solution, ces cristaux paraissent solides, mais on constate bientôt qu'ils se déforment sous le moindre effort. Le mouvement du liquide ambiant amène-t-il l'un d'eux à rencontrer une poussière, une bulle d'air, le petit cristal se déforme en contournant l'obstacle, mais pour se reformer au delà. Vient-on à briser cette fragile construction, chacun des fragments s'étire et reprend, de lui-même et assez rapidement, la forme du cristal normal, comme les parties d'une goutte d'huile divisée, dans les expériences de Plateau, reprennent spontanément la figure sphérique.

Si deux de ces cristaux se rapprochent jusqu'au contact en s'abordant parallèlement ou sous un petit angle, ils se fusionnent en un cristal unique de même forme. S'abordent-ils, au contraire, sous un angle voisin de 90°, ils se maclent, se compénètrent, se traversent jusqu'à former une croix dont ils sont les branches, en gardant chacun leur individualité et leurs propriétés optiques.

Voici un autre fait du même genre et non moins

intéressant. On sait que si l'on amène au contact deux gouttes de liquides différents, se mouvant librement, une goutte d'eau et une goutte d'huile, par exemple, le liquide à faible tension superficielle — l'huile dans notre exemple — s'étale sur l'autre et l'enveloppe d'une couche uniformément épaisse, à moins que la tension superficielle ne soit nulle au contour de contact : il se produit alors un mélange des deux liquides. De même, quand deux cristaux liquides d'espèce chimique différente se fusionnent, il arrive qu'il se forme un cristal unique par *superposition lamellaire :* l'un des deux cristaux se répand sur l'autre, et lui fait un habit qui copie sa forme géométrique. D'autres fois, c'est le *mélange* des deux cristaux en un seul qui se produit. En remplaçant l'un des cristaux par une goutte de liquide ordinaire, on peut voir le cristal s'étaler sur la sphérule et l'entourer d'une sorte de membrane cristalline liquide.

Que nous apprennent ces faits ? Ne serait-ce pas ceci : les forces qui, dans l'acte de la cristallisation, orientent les particules, les répartissent en réseau et maintiennent rigide leur assemblage, peuvent être plus ou moins intenses sans succomber à la tâche. Très énergiques dans les *cristaux solides,* elles se trouveraient amoindries dans les *cristaux mous* et particulièrement faibles dans les *cristaux liquides* du premier groupe. S'il en est ainsi, les cristaux solides, les cristaux mous et les cristaux liquides auront une rigidité qui ira en s'atténuant et les rendra de moins en moins aptes à résister aux causes extérieures de déformation, et il devient facile d'interpréter les faits d'observation que nous venons de décrire.

La formation du cristal liquide au sein de la solution refroidie où il prend naissance, ne diffère pas de celle du cristal solide dans des conditions analogues : les

mêmes forces entrent en jeu et produisent les mêmes effets.

Mais au contact du liquide dissolvant et du cristal qui y plonge, les actions moléculaires produisent une tension superficielle qui tend à donner à la surface de contact l'aire la plus petite compatible avec les circonstances. Grâce à sa grande rigidité, le *cristal solide* est de taille à résister victorieusement à pareille sollicitation ; la très faible rigidité du cristal liquide, au contraire, le réduit à la subir : il cède à cette tension là où ses faces planes se coupent, aux angles et aux arêtes, qui s'arrondissent comme se façonne en sphère la goutte d'huile plongée dans le mélange d'eau et d'alcool des expériences de Plateau.

Les cristaux solides brisés au sein de la solution mère se cicatrisent et, sous l'action des forces de cristallisation, réparent leurs brèches. Sous l'action des mêmes forces et des tensions superficielles, les fragments de cristaux liquides reprennent leur forme normale, d'autant plus rapidement qu'ils sont plus petits.

Enfin, c'est à leur fluidité que les cristaux liquides doivent de pouvoir se fusionner, s'étaler l'un sur l'autre, toujours sous l'action de ces mêmes forces d'organisation et des tensions superficielles. Quant à leur tendance à se macler, elle ne diffère pas essentiellement du mécanisme ordinaire de l'accroissement des cristaux solides.

Passons aux cristaux du second groupe.

Ils appartiennent à des substances plus fluides en général, et cependant plus biréfringentes que celles qui fournissent les cristaux du premier groupe. Leur forme extérieure n'a plus rien qui rappelle la figure polyédrique du cristal solide : plus de faces planes, plus d'arêtes ni de sommets ; nous avons affaire à des gouttes liquides, séparées du dissolvant, sphériques ou

lenticulaires et ne différant des gouttes liquides ordinaires que par leur structure interne.

Plaçons sous le microscope une solution saturée à chaud de paraazoxyphénétol dans l'huile d'olive, et observons-la pendant le refroidissement. Voici que se séparent de la solution des gouttes parfaitement fluides, rondes et transparentes. Observées dans une certaine direction, à la lumière naturelle, elles se distinguent à première vue d'une goutte liquide ordinaire, d'une goutte d'eau, par exemple : elles présentent, en leur milieu, une tache noire circulaire, noyau fantôme, entouré d'une auréole moins sombre; dans la direction perpendiculaire, deux houppes sombres, sorte de noyau lenticulaire inscrit dans la goutte, remplacent cette tache noire.

Étudiées en lumière polarisée, ces gouttes montrent des propriétés optiques révélant une symétrie compliquée autour d'un axe. Cet axe passe par le centre de la sphérule ; c'est en regardant dans sa direction que se montrait tantôt le noyau circulaire, et en regardant dans la direction perpendiculaire qu'apparaissent les houppes sombres. Les particules semblent disposées, autour de cet axe, non sur des circonférences dont les plans lui seraient perpendiculaires, mais sur des courbes hélicoïdales.

Ces gouttelettes se déforment bien plus facilement encore que les cristaux d'oléate d'ammonium, aussi facilement que des sphérules liquides vulgaires en suspension dans un autre liquide.

Quand deux d'entre elles se rencontrent, elles se fusionnent, en arrivant au contact, pour donner une goutte plus grosse avec son noyau obscur.

Le choc contre un obstacle les brise, et chacun des fragments se façonne en sphère pourvue d'un noyau et possédant les propriétés des gouttelettes primitives.

Enfin, un champ magnétique exerce sur elles une

action d'orientation : leurs axes de symétrie tendent à se placer parallèlement au champ. Si les circonstances empêchent l'une d'elles de prendre le mouvement d'ensemble qu'exige cette orientation, il se produit dans sa structure, au moment où le champ est excité, une modification accusée par un changement dans les propriétés optiques de la goutte prisonnière, et que M. Lehmann interprète par une tendance des molécules à s'orienter individuellement sous l'influence du champ.

Pour expliquer ces faits, il suffit, semble-t-il, d'appliquer ici ce que nous avons dit des cristaux du premier groupe, et d'admettre que les forces internes d'organisation, plus faibles encore dans ces gouttes à structure symétrique que dans les cristaux liquides proprement dits, laissent le champ plus libre aux actions extérieures.

La tension superficielle l'emporterait ici au point d'empêcher absolument la formation de faces planes et d'imposer à ces petites masses liquides l'aire minima, comme elle l'impose à la goutte de rosée : de là leur forme sphérique. Il en résulterait, au sein de la gouttelette, une distribution et une orientation des particules différentes de celles du réseau géométrique régulier, figuré par un assemblage de parallélipipèdes, mais que caractériserait une symétrie plus complexe et, sans doute aussi, moins stable et plus à la merci des causes extérieures. S'il en est ainsi, les propriétés dirigées de ces assemblages moléculaires infiniment fragiles, leurs propriétés optiques par exemple, dépendront beaucoup des influences variables sous le joug desquelles travaillent les forces internes relativement très faibles ; et c'est bien là, semble-t-il, ce que montre l'expérience.

On ne doit donc pas considérer ces sphérules merveilleuses comme des *cristaux proprement dits*, au sens où l'on entend ce mot des solides, et s'imaginer qu'elles

possèdent des propriétés nettement et rigoureusement définies. Il faut y voir plutôt des édifices moléculaires de fortune, à la construction desquels préside la tendance des molécules à s'orienter mutuellement, entre certaines limites de température, et à former, dans la mesure où les actions extérieures le leur permettent, de petites agglomérations douées d'une certaine symétrie, anisotropes par conséquent, mais qui ne possèdent pas la structure réticulaire, susceptible d'une définition précise et spécifique de la substance dont est fait le cristal solide. Il faudra donc étendre la notion de l'état cristallin, telle qu'on l'avait conçue jusqu'ici, si l'on veut qu'elle comprenne aussi ces édifices moléculaires bâtis sur de nouveaux plans et par des ouvriers en lutte incessante contre des ennemis dont les forces sont bien près d'égaler les leurs.

Les cristaux liquides et les gouttelettes cristallines dont nous venons de parler, sont toujours très petits ; c'est au microscope qu'on les observe et au contact du liquide qui a servi de dissolvant à la substance dont ils sont sortis, ou qui les tient en suspension. C'est par l'étude des propriétés de ces substances, nous l'avons dit, que M. Lehmann commença ses recherches ; d'autres l'ont suivi dans cette voie : voyons ce qu'ils nous ont appris.

Nous savons déjà que la plupart de ces substances, observées à l'état pur, présentent deux points de transformation ou, si l'on veut, deux *fusions successives*. La première, à partir de l'état solide soumis à une température croissante, donne un *liquide trouble*, plus ou moins fluide, souvent aussi fluide, parfois plus fluide que l'eau. A une température plus élevée, la seconde fusion transforme ce liquide trouble en un *liquide clair*. Au voisinage du point de transformation,

ce liquide clair peut être moins fluide que le liquide trouble, malgré l'élévation de la température.

A la pression ordinaire, les températures auxquelles se produisent ces deux fusions sont parfaitement déterminées. Pour le paraazoxyphénétol, par exemple, on trouve 134° pour la formation du liquide trouble et 165° pour celle du liquide clair. Ce sont bien des *changegements d'état* qui se produisent alors, parfaitement comparables aux changements d'état ordinaires : ils sont caractérisés par une variation brusque des propriétés, et susceptibles de se reproduire, en sens inverse, par refroidissement.

Le liquide clair est *isotrope :* il ne diffère pas des liquides ordinaires. Le liquide trouble, au contraire, est *anisotrope :* c'est un milieu cristallin. Il nous intéresse donc seul ici.

Observons au microscope et en lumière polarisée une couche de la variété trouble d'un de ces liquides, assez peu épaisse pour conserver la transparence.

En aucun point de la préparation on n'observe nettement les propriétés caractéristiques d'une symétrie cristalline bien déterminée, mais des phénomènes optiques complexes *caractéristiques de la biréfringence.* En couche plus épaisse, le milieu devient opaque et l'on n'observe plus rien.

Ce liquide a donc bien une *structure cristalline ;* il n'est pas formé d'un seul cristal liquide ou d'une seule goutte cristalline, mais de l'ensemble confus d'un grand nombre de ces cristaux ou de ces gouttes individuellement transparents. L'état *trouble* sous lequel il se présente n'a rien cependant qui doive nous étonner. Un grand nombre de substances solides constituées de petits cristaux transparents, mais réunis pêle-mêle, sont opaques : tel un morceau de sucre. Leur opacité et le trouble des liquides cristallins sont dus à la même

cause : ils disparaîtraient si tous ces éléments cristallins avaient partout la même orientation optique.

On est donc amené à considérer ces liquides troubles biréfringents, et opaques sous une épaisseur suffisante, comme résultant de l'agglomération de petits cristaux mous ou liquides, serrés les uns contre les autres et de toute orientation. Chacun d'eux conserve peut-être, dans la masse, son individualité, mais leur déformation étant très aisée, rien n'empêche de supposer qu'ils se déforment en effet, se réunissent, se séparent, se brisent, se reconstituent suivant les mouvements de la masse liquide et les caprices des circonstances extérieures, sans parvenir à réaliser l'ordre parfait qui règne au sein d'un gros cristal. Ce sont donc des liquides à *structure cristalline*, analogues aux solides du même genre, tels que les métaux et presque toutes les roches compactes.

Observons de plus près l'un de ces liquides, le paraazoxyphénétol, par exemple, en couche mince, et fortement pressée entre le porte-objet et la lamelle qui la recouvre.

Des plages du liquide trouble occupent la plus grande partie de la préparation ; elles accusent les caractères de biréfringence du cristal uniaxe dont l'axe serait *perpendiculaire aux deux surfaces de verre* entre lesquelles s'étale le liquide. Parfois, ces plages sont séparées par des bandes d'allure capricieuse, où les caractères de la biréfringence correspondent plus ou moins nettement à ceux de cristaux uniaxes *couchés parallèlement à ces surfaces*. Il arrive aussi que ces bandes n'existent pas : ce n'est que sur les bords de la préparation qu'on observe leurs propriétés.

Dans la pensée de M. Lehmann, nous aurions ici une nouvelle manifestation de l'influence des actions extérieures sur le jeu naturel des forces internes très faibles qui bâtissent le cristal. Les lamelles de verre

parallèles exerceraient une action orientante tendant à placer la plus grande longueur du cristal, son axe de symétrie, perpendiculairement à leurs surfaces. Là où la couche liquide est très mince, cette action orientante s'exerçant sur les deux côtés à une certaine distance, donnerait à toutes les molécules de la couche la même orientation, la même situation ; d'où le genre de symétrie optique des plages principales. Dans les bandes qui les séparent, peut-être plus épaisses, les molécules seraient moins efficacement orientées, le plus grand nombre restant parallèles aux lames, ce qui entraînerait des propriétés optiques différentes.

Nous ne parlerons pas ici des recherches relatives aux constantes physiques (densité, chaleur spécifique, constante diélectrique, etc.) de ces substances à transformations multiples ; mais nous devons dire un mot de la grande variété que présentent ces transformations.

La plupart des substances à cristaux liquides sont des matières organiques de structure complexe. Il en est qui possèdent plusieurs variétés liquides cristallines, exemples très curieux de la multiplicité des états physiques que peut prendre une même substance.

D'autres passent, sous l'influence de la chaleur, de l'état solide à l'état de liquide isotrope ; mais ce liquide isotrope donne, par refroidissement et suivant les circonstances, tantôt la variété solide d'où il était sorti, tantôt une variété liquide cristalline qui se transforme ensuite en solide. Le liquide trouble anisotrope n'existe donc ici qu'à l'état instable.

De même qu'il est des substances, le soufre par exemple, qui possèdent deux variétés cristallines solides, à points de fusion différents, on en rencontre qui possèdent deux variétés liquides cristallines, faciles à distinguer par l'inégalité de leur biréfringence. Ces substances réalisent donc le polymorphisme des

liquides, analogue au polymorphisme si fréquent des solides.

Enfin, certaines substances qui, étudiées pures, ne présentent pas la variété liquide cristalline, s'offrent à l'état liquide cristallin quand on les mélange à un autre liquide cristallin. Parfois même, deux substances privées isolément de la variété liquide cristalline, cristallisent toutes deux quand elles sont mélangées à l'état liquide.

Ces belles recherches ont manifestement beaucoup ajouté à nos connaissances sur les états physiques des corps; mais leur apport fait éclater la notion trop étroite qu'on s'était faite de l'état cristallin. Elles montrent, en effet, que les caractères de rigidité et d'anisotropie des cristaux solides peuvent se modifier, s'atténuer graduellement au point de réaliser toutes les formes de passage entre la structure régulière que représente l'image d'un réseau géométrique aux nœuds duquel siègent des particules semblables et semblablement orientées, et un état de symétrie axiale sans réseau, complexe et tributaire des circonstances extérieures, d'où sortent tous les intermédiaires entre les cristaux solides et les sphérules cristallines plus fluides que l'eau, en passant par les cristaux plastiques et les cristaux mous.

Faut-il y voir autre chose encore qu'une importante conquête dans le monde matériel ?

On sait combien souvent on a abusé de la comparaison des cristaux et des êtres animés inférieurs. M. Lehmann est un partisan de cette analogie. Nous ne le suivrons pas dans les considérations qu'il expose à ce propos. Entre l'édifice moléculaire que nous offre le cristal, et la structure toute différente et infiniment plus complexe de la cellule vivante; entre l'état d'équilibre moléculaire stable que peut présenter indéfiniment

le cristal isolé, à l'abri des agents dissolvants, et l'instabilité de la cellule vivante, siège perpétuel d'actions physiques et de réactions chimiques, travaillant manifestement sous la dépendance d'un même principe d'activité intime qui les discipline et les fait converger vers une même fin, la conservation et la croissance, la reproduction et la différentiation, il y a un abîme que les cristaux liquides de M. Lehmann sont impropres à combler. Leur très grand intérêt et l'honneur de les avoir découverts n'ont rien à envier à la mésaventure des plantes artificielles de M. Leduc.

J. Thirion, S. J.

VARIÉTÉS

I

LA CARTE LUNAIRE DE VAN LANGREN

CONSERVÉE A

L'UNIVERSITÉ DE LEYDE

Il y a quelques années j'ai publié dans la Revue une étude sur la *Carte lunaire de van Langren conservée aux Archives générales du Royaume, à Bruxelles* (1). Mon article d'aujourd'hui y fait suite en quelque sorte.

La carte de Bruxelles, on se le rappelle, est manuscrite. Adressée au Conseil Privé, elle avait été dessinée et coloriée par van Langren dans le but d'obtenir un privilège pour sa carte gravée. La carte de Leyde est un exemplaire de cette dernière. Très finement burinée sur cuivre, elle est imprimée en noir. C'est, on le sait, non seulement une des plus anciennes cartes lunaires (2), mais la première vraiment digne de ce nom. Elle a immortalisé le nom de Michel-Florent van Langren. On y trouve une innovation qui, par sa simplicité même, fut un trait de génie. L'auteur imagina de donner des noms aux montagnes et aux

(1) Tome LIV, juillet 1903, pp. 108-139.

(2) Je ne dis pas la plus ancienne ; car, sans sortir de nos contrées, le P. Charles Malapert, S. J., de Mons, donnait déjà, en 1620, une carte lunaire, des plus rudimentaires il est vrai, dans sa *Caroli Malaperti Montensis e Societate Iesu oratio habita Duaci, dum lectionum mathematicarum auspicaretur. In qua de novis Belgici telescopiis phaenomenis non injucunda quaedam Academi disputantur*. Duaci, Typis Baltazaris Belleri, sub Circino Aureo (Univ. de Gand). Mais que cette carte était fruste !

autres particularités de la surface de la Lune. Personne n'y avait encore songé.

Le principal intérêt de l'exemplaire de Leyde consiste dans la rareté des cartes lunaires de van Langren. L'auteur projetait un grand travail devant contenir une trentaine de cartes de notre satellite sous ses diverses phases. C'eût été un ouvrage analogue à celui qu'Hévélius donna plus tard, en 1647, à Dantzick, sous le nom de *Selenographia* (1). Il ne le publia jamais. Les guerres dont les Pays-Bas étaient le théâtre, mais surtout la mort de ses deux protecteurs E. Puteanus et J. della Faille lui en enlevèrent le moyen. La carte de Leyde devait-elle faire partie intégrante de ce travail ? C'est possible et même probable. Mais, sous la forme où elle fut lancée dans le public, c'était plutôt une annonce de librairie. Simple prospectus, elle eut le sort ordinaire des prospectus ; on y attacha peu d'importance. Aussi, malgré la libéralité avec laquelle van Langren la distribua de tous côtés, ne tarda-t-elle pas à devenir introuvable.

Il y a sept ans, M. Walter Wislicenus de Strasbourg écrivit, pour la Bibliotheca Mathematica, un article fort remarqué sur les travaux sélénographiques de Michel-Florent van Langren (2). On connaissait en tout, disait-il, deux ou, peut-être, trois exemplaires de ses cartes : le manuscrit des Archives de Bruxelles ; une gravure datée et signée, à l'Observatoire de Paris ; enfin, une gravure, non datée ni signée, à l'Université de Strasbourg. M. Wislicenus n'hésitait pas à attribuer aussi cette dernière à van Langren, et le but principal de son article était de justifier son opinion. Pour cela, l'auteur décrivait en détail les cartes de Paris et de Strasbourg et les comparait minutieusement entre elles.

En rendant compte ici même de cet article (3), je regrettai de ne pas voir la discussion de M. Wislicenus accompagnée de photographies. Mieux que toutes les explications, la photographie des cartes eût permis au lecteur de se former une opinion en connaissance de cause. Cette photographie eût eu une utilité d'un autre genre, celle de raviver le souvenir de la carte de

(1) *Johannis Hevelii Selenographia : sive Lunae Descriptio...* Gedani... 1647. Autoris sumptibus, Typis Hünefeldianis.

(2) *Ueber die Mondkarten des Langrenus ;* von W. F. Wislicenus, 3e sér., t. 2, Leipzig, 1901, pp. 384-391. — Cet article traduit en français a paru aussi dans le Bulletin de la Société belge d'Astronomie, sous le titre : *Les cartes de la Lune de Langrenus*, t. 7e. Bruxelles, 1902, pp. 39-47.

(3) Tome LIII, janvier 1903, pp. 335-340.

van Langren. Je songeai dès lors à réparer cet oubli, car j'y voyais en quelque sorte une satisfaction pour l'amour-propre national.

Mais comment mettre ce projet à exécution sans aller à Paris?

Chercher à avoir en communication, à Bruxelles, l'exemplaire de l'Observatoire, il n'y fallait pas songer. « A cause de sa rareté », disait M. Wislicenus (1), on avait refusé de le lui prêter à Strasbourg. On ne me l'enverrait pas davantage.

Sur ces entrefaites, le R. P. Baur, S. J., me signala la carte de Leyde (2), et m'en envoya même une photographie. Malheureusement une détérioration due au transport en rendit la reproduction impossible. Depuis, grâce aux démarches bienveillantes du R. P. Stein, S. J., astronome à l'Observatoire du Vatican, M. de Vries, bibliothécaire de l'Université de Leyde, voulut bien me confier la carte à Bruxelles pendant quelques jours. Qu'il veuille agréer ici l'expression de mes remerciements.

La carte de Leyde est cotée 910. A. 20. Repliée plusieurs fois sur elle-même et reliée sur onglet dans une couverture de carton, elle a l'aspect extérieur d'un mince atlas de format petit in-folio.

Notre photographie la réduit très fort. L'original, rendu un peu difficile à mesurer à quelques millimètres près à cause des plis du papier, a comme dimensions extérieures du cadre 39 × 50 centimètres environ, et comme diamètre du globe lunaire 34 centimètres. La pièce est en parfait état de conservation.

Van Langren était graveur de profession, et la carte est du burin de l'auteur. Elle fut exécutée dans les premiers mois de 1645. J'ai raconté au long, dans mon premier article, les péripéties de ce travail. Ce fut pour moi l'occasion de publier quelques lettres de la correspondance inédite de Puteanus avec notre Michel-Florent; j'en donnerai tantôt quelques autres.

Ce que j'ai dit alors sur le but poursuivi par van Langren est assez bien résumé, dans l'espèce d' « avis au lecteur » gravé au bas de la carte. L'auteur croit malheureusement devoir y prendre le ton de mauvaise rhétorique. Peu versé en latin, Michel-Florent le connaissait suffisamment pour comprendre les ouvrages écrits dans cette langue ; mais il la maniait péniblement et n'osait s'y essayer. Il envoya donc le texte, en français, à son ami

(1) *Loc. cit.*, p. 385.

(2) M. F. Van Ortroy, professeur à l'Université de Gand, m'a dit, à plusieurs reprises, qu'il en connaissait encore une autre. N'y aurait-il pas intérêt à la signaler ?

Puteanus, avec prière de le traduire. Celui-ci, on se le rappelle, confia le travail à un traducteur, en promettant de le revoir. Van Langren tombait aisément dans la recherche et l'enflure, mais Puteanus n'était pas homme à en être fort choqué. Ce défaut signalé, voici la traduction de la pièce. Elle offre de l'intérêt.

« *Ces choses restées jusqu'ici inédites malgré leur grande utilité pour le genre humain, malgré même leur nécessité, Michel-Florent van Langren, Mathématicien et Cosmographe du roi, les propose au monde entier.*

» Le globe lunaire est à la fois le plus apparent des astres et le moins connu. Sa description géographique a été entreprise par moi avec grand soin et labeur, pour la Sérénissime Princesse de Belgique, Isabelle-Claire-Eugénie, Infante d'Espagne, et j'en fis le dessin. Le grand amour de cette princesse pour ces sciences, la décida à m'ordonner d'assister à ses observations de la Lune ; bien plus, elle vint chez moi pour contempler ensemble les secrets de cet astre. Elle comprit leur grande importance. Me chargeant donc de lettres écrites de sa main (1), elle m'envoya en Espagne près du très puissant roi Philippe IV. Je devais lui faire hommage de mes observations, les publier en son nom, fournir ainsi une méthode astronomique sûre pour la détermination des longitudes et des distances des localités terrestres, et corriger par là d'énormes erreurs géographiques. La navigation maritime pourrait aussi les utiliser.

» Tout cela plut vivement au grand roi. Il me fit souvent appeler près de lui, pour l'aider à observer le ciel et la Lune à l'aide du télescope. Bien plus, il me permit de donner à cette description sélénographique ou géographie lunaire, le nom de *Lumières Autrichiennes Philippiques*, et de la faire connaître au monde sous les auspices de son nom. Il approuva aussi l'imposition des noms de personnages célèbres aux montagnes et aux îles lumineuses et brillantes du globe lunaire. Ils serviraient à les distinguer, et on pourrait désormais en faire usage dans les observations et corrections astronomiques, géographiques et hydrographiques. Dans sa lettre de réponse à la Sérénissime Princesse Isabelle (2), il ordonna de faire les frais nécessaires.

(1) Cette lettre a été publiée dans : *La Verdadera Longitvd Por Mar y Tierra Demonstrada y Dedicada A Sv Mag^d Catholica Philippo IV Por Migvel Florencio van Langren, Cosmographo, y Mathematico de su Mag^d en Flandes...* M.DC.XLIV (sans lieu, ni adresse d'imprimeur), p. 9 (Bibl. Roy. de Belgique). Elle est datée de Bruxelles et du 5 juillet 1631.

(2) Cette lettre datée de Madrid, le 27 mai 1633, a été publiée par Gachard

Mais à mon retour d'Espagne, en 1634, cette Auguste Héroïne, d'une bonté, d'une justice, d'une piété, d'une clémence connues du monde entier, était retournée de la terre vers les cieux, pour y voir de près ces grandes merveilles.

» Je ne sais donc par quel malheur des temps, mon travail déjà en cours d'exécution fut interrompu et, privé de son appui, vacilla. Il commença petit à petit à se divulguer ; au point qu'il y eut même danger de voir un autre s'en emparer et le publier en son nom.

» Enfin le très excellent don Emmanuel de Moura et Cortereal, marquis de Castel Rodrigo, Gouverneur des Provinces Belges et de Bourgogne, etc., Conseiller intime des Finances, fut informé de la curiosité et de l'utilité de l'entreprise. Il prévit la gloire éternelle qui en rejaillirait sur le roi et permit de publier cette sélénographie, comme ci-contre :

» Encouragés par ce décret (puisse-t-il tourner au bien public !) nous commençons par la publication de cette Pleine Lune Philippique, ornée des noms propres. Ce sont ceux des rois et des princes (qui règnent aujourd'hui par l'Europe, en patrons, promoteurs et Mécènes des sciences mathématiques), de plus ceux de quelques anciens et modernes, éminents en ce genre, qui se sont acquis approbation et gloire par les beaux monuments de leur génie. Aussi publierons-nous un livre en leur honneur. A notre grand regret nous n'avons pu savoir jusqu'ici (mais nous espérons connaître bientôt) les noms et les mérites des étrangers excellents dans ces sciences, pour les inscrire également dans notre brillant globe.

» Nous tenons déjà prêtes trente phases des accroissements et des décroissements de la lune. Elles paraîtront incessamment. Nous y indiquons distinctement toutes les particularités lunaires telles que les îles et les sommets des montagnes. Éloignés très souvent des continents, ils apparaissent instantanément lors de la croissance de la lune et disparaissent subitement lors de sa décroissance. Ils donnent le moyen le meilleur, et d'un emploi à peu près quotidien, pour trouver les longitudes.

dans les Bulletins de l'Académie royale des Sciences et Belles-lettres de Bruxelles, t. XII, 1re partie, Bruxelles, 1845, pp. 261 et 262. L'original se trouve aux Archives de Simancas. Ces Archives contiennent de nombreux documents sur van Langren ; le fait a été signalé par M. Lonchay, *Les Archives de Simancas au point de vue de l'histoire des Pays-Bas au XVIIe siècle* (Bulletin de la Commission royale d'histoire, t. 76, Bruxelles, 1907, p. LIII).

PLENILVNII

LVMINA AVSTRIACA PHILIPPICA

LIMBVS BOREALIS

TERRA HONORIS

LABORIS

MARE AVSTRIACVM

Sinus Principis

TERRA

TERRA VIRTVTIS

MARI

ROMA

TERRA

EVGENIANVM

SAPIENTIAE

OCEANVS

MARE DE NOVA

CASTIVM

MARE

BELGICVM

PHILIPPICVS

TERRA

TERRA

MARE

TERRA

FRANCIAE

SIBVS

TEMPE

Batavicus

RAVTIA

MARE

VENETVM

Mare de Popo

CHRISTINAE

DIGNITATIS

TERRA PACIS

LIMBVS OCCIDENTALIS

LIMBVS ORIENTALIS

TREDORETVS

De LVNA hic, modo Philosophi, modo Poetae plerique Terrestrium ipsi: Auxadoras, et Dimiteriuri ignitum solidatum quasi in alia planetia montes, vallesque comprehendit. Tyrigarum gaudium corpus, [illegible]

PLVTARCHVS

[illegible]

CICERO

[illegible] Xenophanes in LVNA [illegible] esse terram multarum urbium et Montium.

ACHILLES TATIVS

Aliqui in LVNA [illegible] alium ad habitandum [illegible] suum flentes [illegible] quae in terra [illegible] contingunt.

SENECA

Multae hostes sunt vestae, quae [illegible] LVNA [illegible]

VENIET TEMPVS,

quo ista, quae nunc latent, in lucem dies eruat, et longo ut diuturna.

VENIET TEMPVS,

quo posteri nostri [illegible]

HAC NVSQVAM VLLA LAGENERI TAMEN BVMANO MAXIME VTILIA DIO NECESSARIA

MICHAEL FLORENTIVS VAN LANGREN

Mathematicus et Cosmographus Regius

ORBI TERRARVM PROPONIT.

GLOBVM LVNAREM [illegible] PHILIPPO IV [illegible] ISABELLAM [illegible] LVMINA AVSTRIACA PHILIPPICA [illegible] DE LA CRVZ [illegible]

LIMBVS AVSTRALIS

PLENILVNII

Omnia, quae [illegible] vivit, [illegible] terraque fecundis [illegible] LVNAE. Quinquennii hic [illegible] contemplantur, et [illegible] maxime [illegible] admirandum.

[illegible] DOMINVS DE MONTA TONTERSAL [illegible] DE LOPEZ [illegible] REGI [illegible] DOMINO LAMORALDO Comite de TASSIS [illegible]

» En outre, parmi bien d'autres nouveautés excellentes et très utiles, nous y ajouterons une longue et commode série d'éclipses, observées soigneusement par nous, depuis de longues années déjà, d'après une méthode personnelle très facile et exacte. Elle consiste dans la disparition des particularités lunaires sous l'ombre de la terre et leur réapparition : nouveau, mais excellent procédé pour déterminer les longitudes. Par conséquent, l'observation fausse, pour ne pas dire impossible, des commencements, milieu et fin des Doigts Écliptiques, en usage chez les anciens et les modernes, est renversée. Elle fut incontestablement la cause de tant d'erreurs commises, notamment en géographie.

» Voilà quelques-unes des choses que sur l'ordre de la Sérénissime Princesse nous démontrâmes, en 1631, aux hommes très savants, très illustres, très célèbres en cette science, constitués à cet effet : E. Puteanus et G. Wendelin ; puis, en Espagne, sur l'ordre du roi, à J. della Faille et B. Petit. Leurs censures qui sont en ma possession, et même déjà publiées (1), en témoignent suffisamment.

» Mais que les étudiants en cette science le sachent, je donne un seul des aspects de la Pleine Lune, en guise d'exemple de beaucoup d'autres dessinés par nous, d'après le ciel. La face de la Lune est inconstante et toujours variable. Son corps a un mouvement de libration qui fait apparaître des taches, tantôt à l'Orient, tantôt à l'Occident ; tantôt au Midi, tantôt au Nord. Nous avons fait depuis longtemps une hypothèse pour expliquer cette libration. Un globe lunaire matériel où toutes les îles, les montagnes, et les intervalles des diverses parties sont indiqués le représente parfaitement. Nous le montrerons en public. Le pôle, l'écliptique, le méridien initial, les longitudes et les latitudes des pays et de toutes les particularités lunaires seront rendus ainsi intelligibles.

» Mais pour éviter, dans les observations astronomiques et géographiques, la confusion qui naîtrait d'un changement fait d'aventure par quelqu'un à ces dénominations de la Lune, nous avons distribué un grand nombre d'exemplaires de cette gravure, gratuitement et par le monde entier, à tous ceux que nous

(1) La censure de Puteanus et de Wendelin est commune aux deux savants et datée de Louvain, le 5 mars 1631. Celles de della Faille sont datées de Madrid, le 17 janvier et le 17 mars 1633. Enfin celle de B. Petit est de Cordoue, le 8 mars 1633. Toutes ces pièces ont été éditées par van Langren, dans sa *Verdadera Longitud* (pp. 10-12), citée ci-dessus.

vénérons comme étant aujourd'hui les bienfaiteurs, les défenseurs et les Mécènes de ces études. Nous dédions donc bien humblement cette image de la Lune aux Rois, aux Princes, et aux illustres amateurs de ces sciences. Nous les prions d'approuver cette nomenclature de noms, de n'y rien changer, et de l'agréer en bonne part, comme nous la leur offrons.

» En outre, si quelqu'un désirait recourir à moi, ou me communiquer, soit des observations d'éclipses du Soleil ou de la Lune, soit autre chose, je le prie instamment de bien vouloir envoyer ses lettres à Bruxelles, à l'adresse du très illustre seigneur Lamoral, comte de Tassis. Il me fait en effet cet honneur. Vu sa singulière bienveillance pour tous les arts libéraux et dignes d'un prince, notamment quand ils ne sont pas étrangers aux mathématiques, il ne m'a pas refusé en cela son assistance.

» De Bruxelles, le 5 des ides de février 1645.

» Par diplôme du roi, est défendu : tout changement dans les noms de cette figure, sous peine d'indignation ; toute contrefaçon d'exemplaires, sous peine de confiscation et de 3 florins d'amende.

» Donné à Bruxelles, le 3 mars 1645.
» Ro(biano). Vu : Gottignies. »

Il est intéressant d'identifier la nomenclature de van Langren et la nomenclature actuelle. Mais ce travail a été fait jadis pour la carte de Bruxelles par MM. Wislicenus (1), Prinz (2) et Vincent (3). Le recommencer pour la carte de Leyde serait tomber dans des redites. Je ne m'y arrête pas.

II

Pour terminer, il me reste à traduire quelques lettres de la correspondance inédite d'Erycius Puteanus, comme je l'ai fait dans mon premier article. Cette correspondance est très riche.

(1) Article cité.

(2) *L'Original de la première carte lunaire de Van Langren.* Ciel et Terre, t. 24. Bruxelles, 1903, pp. 99-105 et 149-155.

(3) *La carte de M.-Fl. Van Langren qui existe à Bruxelles.* Bulletin de la Société belge d'Astronomie, t. 8, Bruxelles, 1903, pp. 184-193.

Aussi n'ai-je pas l'intention de la publier en entier, mais j'y ferai un choix. Je me reprocherais cependant de mutiler les pièces en les résumant ou en les abrégeant. Il faut les avoir lues dans l'original flamand, pour comprendre combien une traduction leur fait déjà perdre de charme !

Tout, il est vrai, ne s'y rapporte pas uniquement à la carte de la Lune. A ce point de vue, elles contiennent sans doute des hors-d'œuvre. N'importe, je me trompe fort ou le lecteur les lira néanmoins avec plaisir. Les lettres entières ont de l'intérêt et nous font connaître le mouvement scientifique de l'époque.

Voici d'abord, comme entrée en matière, un billet de l'astronome Godefroid Wendelin à Puteanus.

La camaraderie est de tous les temps.

On remarquera donc avec quelle précaution les deux savants s'entendent sous main, pour donner au Conseil Privé des censures de la carte de van Langren concordantes entre elles. Van Langren était un ami et il importait de l'obliger. Il fallait pour cela parler le même langage, mais sans paraître se concerter.

Le texte de la censure d'Erycius Puteanus est perdu ; mais j'ai publié dans mon premier article celui de Wendelin. Ce dernier écrit à Puteanus en Latin.

Wendelin à Puteanus, le 19 février 1645 (1).

« Très illustre Monsieur,

» Je suis en meilleure santé. Le courrier m'apporte deux lettres pour me demander la censure de la sélénographie de van Langren et de ses pays lunaires. Chacune d'elles exige une réponse.

» J'ai hésité longuement à faire le choix de la langue à employer dans mon jugement. Puis le prononcerions-nous ensemble (2), ou chacun de nous le donnerait-il séparément ? Je me suis arrêté à ce dernier parti. Ma santé d'abord me défend, en ce moment, de nous réunir pour concerter la réponse. De plus les routes sont peu sûres ; elles empêchent van Langren lui-même de se mettre en voyage. Enfin et surtout, si nous répondons séparément on ne pourra soupçonner chez aucun de nous de la complaisance envers un ami. Pour mieux écarter

(1) Bibliothèque Royale de Belgique, Ms. 19112.

(2) La censure de Wendelin et de Puteanus, publiée par van Langren dans sa *Verdadera Longitud*, avait un texte unique signé par les deux savants. C'est évidemment à cette pièce que Wendelin fait ici allusion.

encore cette suspicion, il me paraît bon de répondre d'ici en français ; vous, vous parlerez latin, à Louvain. On se figurera ainsi qu'aucun accord n'est intervenu entre nous.

» Il y a deux jours, je vous ai renvoyé la vie de Peiresc. On vous l'aura remise, je l'espère. Excusez en même temps mon coupable et long retard. Je ne mérite pas de pardon, car il m'eût été possible de ne pas devoir le mériter.

» Gassendi m'envoie une observation d'éclipse faite ces jours-ci à Paris. Elle concorde exactement et dans les moindres détails avec mes propres observations et mes tables. Cela tient du miracle et j'en suis dans l'ébahissement. Envoyez-moi votre observation et, si cela se peut, encore d'autres. Nous opposerons ainsi votre souffle favorable à ces vains souffles récents (1). J'ai cette confiance.

» J'en éprouve la plus grande satisfaction.

» Votre très respectueux
» Godefroid Wendelin.

» Herck, le 19 février 1645. »

Écoutons maintenant Puteanus :

Au moment où nous avons jadis interrompu sa correspondance, il avait reçu successivement deux dessins de la Lune de van Langren la montrant à divers degrés d'achèvement. C'est sur ces deux pièces qu'il délibère avec son ami. Aujourd'hui van Langren vient de lui envoyer tout un paquet de cartes entièrement terminées, et Puteanus se dispose à lui rendre les deux premières.

D'autre part, van Langren avait publié en 1640 son *Tormen-*

(1) Je traduis mot à mot : « Fac tuam item habeam et (quâ potes) etiam aliorum opponendas nuperis istis flabris afflatu erga me tuo evanidis ; quod confido. »

La correspondance de Wendelin abonde en phrases obscures et contournées du même genre. Ses lettres à Puteanus sont remplies d'allusions difficiles à deviner.

Que veut-il dire ici ?

« Les vains souffles récents » dont il parle sont probablement une critique peu sérieuse, à son avis, de ses observations astronomiques. Les observations de Puteanus serviraient à la réfuter.

L'explication peut paraître, au premier abord, peu naturelle ; mais, pour rendre Wendelin intelligible, il faut constamment recourir à des interprétations alambiquées.

tum Bellicum (1) ; curieux petit ouvrage où l'auteur faisait connaître un projet assez naïf de canon ou de fusil à trois coups. Puteanus s'était chargé d'en préparer une réédition et d'y ajouter une préface sur la science des fortifications. Le tout parut, à la fin de 1645, chez Bouvet à Louvain, sous le nom de *Munitionum symmetria* (2). Dès le mois de mars, le volume était imprimé. Mais, en se hâtant ainsi, on avait passé par dessus les lois, car l'autorisation n'avait pas encore été accordée. Toute indiscrétion pouvait donc avoir pour les auteurs et l'imprimeur des suites désagréables.

Puteanus à van Langren, le 26 mai 1645 (3).

« Très bon et très honoré Monsieur et ami,

» J'ai reçu le paquet de lunes. Il m'a fait affectueusement plaisir, tout comme votre lettre. Je vous renvoie les deux premiers exemplaires. Quant aux nouveaux, je les distribuerai aux bons amis que vous me nommez et à quelques autres encore auxquels il convient d'en faire part ; tels, à Rome, Pozzo et Bonvincini. Je dois aussi garder deux exemplaires pour moi ; je vous prie donc de m'en donner encore quatre autres.

» J'écrirai la semaine prochaine un billet à Huygens (4), car

(1) *Serenissimo, invictissimo, augustissimo imperatori Ferdinando III, Germaniae, Hungariae, Bohemiae, Dalmatiae, Croatiae &c. regi, Austriae archiduci, patriae Patri, catholicae religionis acerrimo propugnatori, novum hoc tonandi fulminandique genus ad terrorem hostium, exitiumque comparatum, summo cultu et zelo offert Sacrae Caesarae Majestatis vestrae humillimus cliens, Michael Florent Langrenus, Belga, Mathematicus Reg. Catholicus.* Excudebat Bruxellis Joan. Mommartius. ∝.DC.XL. In-folio de 12 pages. J'en connais un exemplaire relié dans le Ms. 19837-38 de la Bibliothèque Royale de Belgique.

(2) *Erycii Puteani Munitionum Symmetria facillimis lineis constituta. Architecturam Militarem compendio exhibens. Ad usum aevi et militiae nostrae cum Antiqua comparatae.* Lovanii, Typis Andreae Bouveti, Anno M.DC.XLV (Bibliothèque Royale de Belgique, V. 5360[3]).

C'est un petit volume in-12 de 119 pages dont la première partie renferme le traité de fortification de Puteanus et la seconde reproduit en bonne partie l'ouvrage précédent. Elle commence par un titre spécial : *Tormentum Bellicum Trisphaerium : quo tres ordine globi ex eodem tubo distincto incendio et tempore explodentur. A Mich. Flor. Langreno inventum, ab Erycio Puteano descriptum.*

(3) Bibliothèque Royale de Belgique, Ms. 19837-38, f° 129.

(4) Il s'agit de l'humaniste Constantin Huygens, père du grand Christiaan.

hier jeudi, cela m'a été impossible. Le modèle général de M. Buri est bon ; c'est un homme distingué, savant et intelligent.

» Je suis sorti ce matin pour chercher une maison qui vous convienne. J'espère pouvoir retenir celle qui est habitée par Tuldenus. L'horizon y est entièrement libre et elle n'est pas loin du château (1). Ce Monsieur s'en ira bientôt d'ici, dès qu'il aura été nommé conseiller à Malines. La maison appartient au roi et a été louée jusqu'à présent 150 florins par an. Si on pouvait obtenir la gratuité, ce serait mieux. Cela dépend de l'administration des Finances. Mais le trésorier Van Eyck, trésorier du roi, a l'œil dessus et veut se la réserver. Voyons ce qu'il fera. En attendant je chercherai autre chose. Tout mon désir est de pouvoir causer ensemble. Sur ce, je vous envoie mes amicales civilités. Ma fille écrit aussi, mais à propos de pigeons, qui ont causé des surprises. On en entendra parler. Je vous enverrai sous peu mes *Munitiones* pour les faire censurer. Vale cum conjuge, filio et tota familia.

» De Louvain, le 26 mai 1645. »

La lettre n'est pas signée.

Puteanus à van Langren, le 27 mai 1645 (2).

« Très bon et honoré Monsieur et ami,

» Ce Monsieur, le sieur Stanislas Koniecpolski, qui habite chez moi, et dont l'oncle est ce grand Stanislas Koniecpolski, général des armées de Pologne (son nom est inscrit sur votre lune) désire beaucoup vous voir et faire votre connaissance. C'est un gentilhomme distingué, savant et expert dans tous les beaux arts. Faites-lui voir, je vous prie, quelques curiosités. C'est le but principal de son voyage à Bruxelles, bien plus que la kermesse. Il apportera avec lui mon *Traité de fortification* (3) pour le donner à censurer à l'évêque d'Atrecht et obtenir le permis d'imprimer. Dès que ce permis sera donné je vous enverrai le livre. J'y ai ajouté votre *Tormentum*. Je l'ai tenu secret pour vous en sauvegarder la propriété et aussi pour ne fournir à personne un prétexte pour m'ennuyer, ce qui eût pu facilement arriver. Assurément je n'ai plus maintenant personne à craindre.

(1) E. Puteanus habitait, on le sait, le château de Louvain.
(2) Ms. 19837-38, f° 130.
(3) Il s'agit de la *Munitionum Symmetria*.

» Hier je vous ai renvoyé les deux exemplaires de la lune que j'avais reçus autrefois. Je vous parlais aussi de pigeons. Que vous dirai-je de plus ? Tout mon désir est de vous voir vous établir près de nous, à Louvain, pour pouvoir converser journellement ensemble. Nous ferions d'excellente besogne. Je vous salue de cœur et vous souhaite toute félicité.

» A Louvain, le 27 mai 1645.
» Votre ami et serviteur juré,
» E. Puteanus. »

Le prince, dont il est question dans la lettre suivante, est le stathouder Fréderic-Henri de Nassau, prince d'Orange. Constantin Huygens était attaché à sa personne.

Puteanus à van Langren, le 30 mai 1645 (1).

« Très bon et très honoré Monsieur et ami,

» J'envoie d'ici un petit paquet à Monsieur Huygens. Il renferme mes *Munitionum lineae*, qui n'ont cependant pas encore vu le jour. J'attends toujours le permis du Conseil Privé. Entre nous soit dit, ce petit livre est déjà imprimé et je vous en enverrai un exemplaire, à condition de ne le montrer à personne tant que le permis ne me sera pas parvenu.

» Dans ce même petit paquet j'ai mis en outre une lettre à M. Huygens, où je vous recommande vivement, le priant de s'employer pour faire réserver bon accueil à l'exemplaire que vous enverrez au Prince. Il faut donc envoyer à ce Prince un exemplaire, en y joignant une lettre ordinaire en français.

» J'ai ajouté un exemplaire de la lune à ma lettre à Monsieur Huygens. Vous pourriez lui en envoyer un autre, avec une dédicace en français. Si vous êtes curieux de savoir ce que je lui ai écrit sur la Lune et sur votre personne, voici mes paroles (2) :

» Mais, pour élever vos regards, contemplez cette face de la Lune telle qu'elle a été observée par Michel-Florent van Langren, mathématicien du roi et mon intime ami. Parmi tant de lumières, votre nom y brille et resplendit dans le pays de la

(1) Ms. 19837-38, f° 131.

(2) L'alinéa suivant est écrit en latin. Le style de Puteanus s'en ressent aussitôt et perd son élégante simplicité. J'en ai déjà fait autrefois la remarque, Puteanus n'écrit jamais mieux que dans sa langue maternelle, quand il oublie de faire du style.

Sagesse. Là se trouvent aussi Heinsius, Vossius, Barlaeus et d'autres personnages de marque. Les Nassau soutiennent la mer Batave par une montagne immense. Pourquoi fais-je cette observation ? C'est que l'auteur qui élève au Ciel les princes de l'Europe, a voulu, à côté des noms des princes, faire lire en grand nombre ceux des enfants des muses. Il a pris la liberté de témoigner son respect à un capitaine illustre, en lui envoyant un exemplaire spécial ; il compte sur votre bienveillance pour lui faire recevoir bon accueil. N'est-ce pas chose accordée ? Le talent de cet homme mérite cette faveur singulière, etc.

» Ces paroles plairont, je l'espère. Envoyez donc, par la poste, le paquet à La Haye. Si Monsieur Huygens était en voyage avec le Prince, il lui parviendra bien, car des envois postaux partent de là régulièrement pour l'armée. Vous pourriez mettre comme adresse :

» A Monsieur

» Monsieur Constantin Huygens
» Chevalier, Seigneur de Zulichem, etc.
» A La Haye.

» A la première occasion, j'enverrai aussi des exemplaires à Vossius, Heinsius et Barlaeus. Je devrais donc en recevoir encore quelques-uns ; car j'en ai donné un à l'Archidiacre de Liége, très grand amateur, mon excellent ami qui logeait chez moi ; puis un autre, à un religieux de l'ordre des déchaux, également mon ami. Il l'a envoyé en Hollande, pour le faire parvenir de là en Portugal aux amateurs de là-bas. Bragance ne se trouve pas sur la carte, mais peu importe.

» Vous êtes curieux, je le sais, de voir mes *Munitionum lineae* avec votre *Tormentum*. Je tâcherai donc d'en envoyer après-demain deux ou trois exemplaires à M. De Bie pour vous les remettre. Sur ce, mes salutations les plus cordiales ainsi qu'à votre femme et à vos filles, tant en mon nom qu'en celui des miens.

» De Louvain, le 30 mai 1645.

» Nous pourrions faire cette semaine un envoi à Rome. Vous adresseriez un exemplaire au Pape, en y joignant une lettre ; j'en ferai parvenir un au chevalier Pozzo et au Seigneur Bonvicini. Encore une fois salut. J'attendrai votre réponse. »

» Kupantus. »

Que signifie ce pseudonyme ?

Je ne sais et laisse au lecteur le soin de deviner.

Après la signature, un post-scriptum, à moitié biffé après coup, est devenu indéchiffrable. Pour autant que la partie non raturée permet de le reconstituer, Puteanus recommandait, je crois, une fois de plus à van Langren prudence et discrétion au sujet de l'envoi de sa *Munitionum symmetria*. L'encre employée pour biffer n'est pas celle de la lettre. La suppression pourrait être de la main de van Langren. Il est coutumier du fait.

Puteanus à van Langren, le 10 juin 1645 (1).

« Mon bon et honoré Monsieur et ami,

» J'ai donné un exemplaire de la lune à Monsieur Koniecpolski qui le désirait vivement. La carte est dans le paquet de son oncle qui l'enverra à son adresse. Si vous désiriez en envoyer un exemplaire au roi (2), il se chargerait de le faire parvenir, et cela par l'intermédiaire du dit oncle qui écrit souvent au roi.

» J'ai envoyé la lune au Seigneur Bonvicini, pour la remettre au chevalier Pozzo. Plus tard, je lui enverrai un second exemplaire ; ce sera la semaine prochaine. Je n'osais pas charger trop la lettre, car j'ai envoyé cette semaine les *Munitiones*, bien que le permis d'imprimer et de publier ne soit pas encore venu de Bruxelles. Tenez la chose secrète. Lundi prochain, je vous en enverrai aussi un exemplaire. Parcourez-le, et faites-moi savoir en toute franchise s'il valait la peine d'écrire ces quelques lignes. Assurément le mérite de l'ouvrage vous revient à moitié. Je garde le secret pour ne pas nous mettre en défaut.

» La lune ira aussi chez Heinsius, comme chez Vossius et Barlaeus.

» J'attends votre arrivée. Elle me causera autant de plaisir que si mon propre frère venait me voir.

» Je ferai porter immédiatement un exemplaire à Monsieur van der Wegen. J'écris aussi au Seigneur Bonvicini que vous enverrez une lune à Sa Sainteté par l'intermédiaire du prononce de Bruxelles.

» Sur ce, je vous embrasse de cœur et salue toute votre famille.

(1) Ms. 19837-38, f° 132.

(2) Le roi de Pologne Ladislas IV. Il régna de 1632 à 1648.

» De Louvain, le 10 juin 1645.
» Prêt à vous servir en tout,
» E. Puteanus. »

Puteanus à van Langren, le 10 août 1645 (1)

« Mon bon Monsieur et ami,

» Votre lettre m'a fait un plaisir extraordinaire. J'y ai appris votre retour de Flandre, dont mon fils Maximilien m'avait aussi informé. Nous vous attendrons donc, avec grand désir et ardeur, pour causer de toutes sortes de sujets.

» Entretemps la lune a été envoyée à Heinsius et aux autres amis, mais je n'ai pas encore reçu de réponse. A Rome elle a fait un plaisir incroyable, tant au Seigneur Bonvicini qu'au chevalier Pozzo. J'en ai envoyé deux exemplaires en Gueldre, où ils ont été fort bien reçus.

» Assurément la lune est réussie. Quant au moyen d'en retirer quelque profit, je vous ferai connaître mon sentiment.

» Nos affaires vont fort mal, me semble-t-il ; mais elles peuvent s'améliorer.

» Ceci en toute hâte.

» Je vous attends. Si votre femme veut vous accompagner, cela nous fera d'autant plus de plaisir.

» Sur ce, nous vous faisons, tous ensemble, nos cordiales salutations.

» De Louvain, le 10 août 1645.
» Votre meilleur ami,
» Tel un frère,
» E. Puteanus.

» Quand vous viendrez, apportez la lunette, pour observer la Lune. »

E. Puteanus à van Langren, le 6 octobre 1645 (2).

« Très honoré Monsieur et ami,

» Nos affaires vont d'étrange manière. Je vous prie de me faire savoir avec quelques détails jusqu'où nos ennemis nous ont envahis et ce que nous avons à craindre. On dit les Français aux environs d'Audenarde ou même devant cette ville ; et les

(1) Ms. 19837-38, f° 133.
(2) Ms. 19837-38, f° 136.

Hollandais dans le Pays de Waes et devant Termonde. L'hiver approche et nous apportera quelque secours. Les eaux pourraient nous défendre ; à moins que l'ennemi ne soit maître des digues. J'attends sans faute une réponse.

» J'envoie d'ici une lettre à notre bon et grand ami le Seigneur Blitterwijck. Je lui écris le jugement porté sur votre lune par M. Crane, ambassadeur de l'empereur à Munster. Il commence par ces mots (1) :

» Il m'a été bien agréable de recevoir une communication qui confirme la renommée de notre van Langren, connue du monde entier, etc.

» J'ai marqué la lettre de ces deux traits :
On pourrait la mettre avec les autres (2).

» Je vous prie de nouveau de bien vouloir m'envoyer encore trois exemplaires de votre lune. J'en garderai un pour moi ; les deux autres sont destinés à deux bons amis. L'imprimeur Bouvet désirerait en avoir en dépôt quelques exemplaires pour pouvoir les vendre quand on lui en demande.

» J'ai encore une fois écrit à Rome pour connaître le jugement porté sur la lune par le Seigneur Bonvicini et le chevalier Pozzo. Vous feriez bien d'envoyer un exemplaire au duc de Modène. Nous devons user de diligence et nous concilier la reconnaissance des grands par quelques présents ; mais il faut y mettre du tact.

» Une fois de plus, j'attends des nouvelles de nos affaires.

» Portez-vous bien, ainsi que votre femme et votre famille que nous saluons beaucoup.

» De Louvain, le 6 octobre 1645.
» Votre ami de cœur,
» E. Puteanus. »

Cette lettre termine la correspondance de Puteanus et de van Langren. C'est la dernière du recueil de la Bibliothèque Royale. Moins d'un an plus tard, le 17 septembre 1646, le célèbre humaniste s'éteignait au château de Louvain.

Ce fut pour Michel-Florent une perte irréparable.

Doué d'un esprit primesautier, disons plus, d'un génie inventif de premier ordre, van Langren était dans la vie ordinaire naïf et maladroit. Sa correspondance avec ses amis Puteanus et della Faille en fournit des preuves multiples.

(1) L'alinéa suivant est en latin.
(2) La correspondance scientifique de van Langren.

Privé des conseils de son mentor, victime des guerres et des malheurs du temps, il devait échouer dans la publication de son grand travail sur la sélénographie, et y échoua.

Regrettons-le ; mais c'était inévitable.

H. Bosmans, S. J.

II

A PROPOS D'UNE HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES (1)

(Suite)

Pour achever notre étude sur l'histoire des Mathématiques belges dans le haut Moyen Age, il nous reste à saluer la mémoire de quelques géomètres lotharingiens du XIe siècle.

En effet, la semence scientifique jetée dans l'Occident latin par la main de Gerbert n'était point restée inféconde et, en Géométrie notamment, c'est sur la terre lotharingienne, avant tout autre sol, que commença à lever la lente moisson. Les écrits d'Adelbold, de Ragimbold, de Francon nous montrent en ces écolâtres belges non seulement des abacistes habiles et des arithméticiens non méprisables, mais encore, chose alors neuve dans l'Europe chrétienne, des esprits s'intéressant, comme les Grecs au temps de Thalès, aux propriétés de la droite et du cercle. Il y aurait erreur certainement à voir dans l'école de Liége au temps de Notger et de ses premiers successeurs un foyer de brillantes études géométriques (2) : la véritable Géométrie, la belle science grecque, est restée ensevelie dans les ruines du monde ancien, et les *Éléments* d'Euclide tarderont un

(1) *Histoire des Mathématiques*, par W.-W. Rouse Ball. Édition française, par L. Freund. — Tome I, Paris, A. Hermann, 1906. — Tome II, avec des Additions de R. de Montessus. Paris, A. Hermann, 1907.

Voir Revue des Quest. scient., 3e série, t. XII, oct. 1907, pp. 594-607 ; t. XIII, janv. 1908, pp. 252-267, et avril, pp. 558-578 ; t. XIV, juillet 1908, pp. 228-235, et oct., pp. 564-580 ; t. XV, janv. 1909, pp. 599-626.

(2) C'est cependant l'opinion de Kurth, *Notger de Liége*, ch. XIV.

à deux siècles encore à ressusciter. Mais les efforts des humbles mathématiciens belges du XIe siècle sont un signe précurseur du réveil de cette science dans l'Europe latine.

Adelbold, qui devint évêque d'Utrecht (1010-1027), fut un disciple de Notger de Liége et exerça, probablement à Lobbes, dans le monastère de leur ami commun Hériger, les fonctions d'écolâtre. Nous avons parlé déjà des relations scientifiques entre l'écolâtre belge et l'ancien et illustre écolâtre de Reims, Gerbert. Leur correspondance, que n'interrompit point l'élévation de celui-ci au souverain pontificat en l'an 999, nous montre Adelbold passionné pour la Géométrie, mais elle témoigne aussi que sa science était peu étendue et peu sûre. La lettre que lui écrivit vers l'an 998 Gerbert, alors archevêque de Reims, avait pour objet de résoudre un paradoxe que s'était forgé Adelbold : le disciple de Notger avait mêlé l'Arithmétique mal à propos à la Géométrie et confondu l'aire du triangle, formulée par les agrimenseurs, et les nombres triangulaires, définis par Boèce, et il s'étonnait que l'aire du triangle équilatéral de 30 pieds de côté, ou le demi-produit de la base par la hauteur, ne fût point égale à la somme des 30 premiers nombres entiers (1). Plus tard, Adelbold soumit de même au jugement de son obligeant ami, devenu le pontife Sylvestre II, cette autre question : Le volume d'une sphère, *crassitudo circuli*, est-il octuplé, quand on en double le diamètre, de même que le volume du cube est, selon Macrobe, octuplé quand on en double l'arête (2) ? — Adelbold consacra également, suivant le témoi-

(1) Pez a publié cette lettre en 1721, *Anecd.*, t. III, 2e p. ; Migne l'a reproduite, P. L., t. 139 ; Bubnov en a donné une édition critique dans *Gerberti Op. math.*, pp. 41-45, avec un paragraphe inédit, p. 487. — Notons-y cette règle, approchée, de Gerbert : La hauteur d'un triangle équilatéral vaut les 6/7 du côté. Observons aussi, en cet écrit de Gerbert, les expressions *pedes longi* (pieds de longueur), *pedes quadrati* (pieds carrés), *pedes crassi* (pieds cubes) ; dans la *Geometria Gerberti*, ch. I. (édit. Pez), on dit *pedes lineares*, *pedes constrati*, *pedes solidi* ou *quadrati* : l'ancien usage italo-romain, par exemple chez Épaphrodite, désignait par *p s quadratus* le pied cube.

(2) Cette lettre a été publiée par Pez, *Anecd.*, t. III, 2e p., et reproduite par Migne, P. L., t. 140 ; voy. le texte avec apparat critique dans Bubnov, *op. cit.*, pp. 300-309. — Les notions de Géométrie pratique énoncées en cette lettre ont été fournies à Adelbold par Macrobe et par les extraits des écrits des agrimenseurs romains, et se retrouvent chez Épaphrodite et dans la *Geometria Gerberti* (édit. Pez : nn. 63, 77, 82). Voici ces notions : — La circonférence vaut les 22/7 du diamètre ; — l'aire, *area*, du cercle vaut le demi-produit du rayon par la circonférence, ou les 11/14 du carré circonscrit : au lieu d'*area*, les agrimenseurs disaient *embadum*, ou encore

gnage de Francon (1), quelques labeurs à la quadrature du cercle. S'il a consigné par écrit ces recherches, l'opuscule est resté inconnu jusqu'à ce jour : peut-être existe-t-il parmi les richesses de la Bibliothèque Vaticane.

A côté de ces modestes travaux de Géométrie, on peut citer encore, d'Adelbold, un opuscule *Super illud Boecii : O qui perpetuâ mundum racione gubernas* (2). Mais ce commentaire de la strophe où Boèce célèbre les harmonies de la nature, n'intéresse les mathématiciens que par un court passage où Adelbold émet, en philosophe plus qu'en arithméticien, des réflexions sur les propriétés des nombres 2, 3, 8, 12, 18, 27 ; la source de ces remarques arithmétiques est chez les commentateurs anciens du *Timée* de Platon.

Vers l'an 1025, deux amis de l'évêque Adelbold, tous deux anciens disciples de Wazon de Liége, l'un Ragimbold, grand écolâtre de Cologne (3), l'autre, Radolf, un des subordonnés

inauratura (la dorure, la couche de surface), mais ce mot *inauratura* se disait plus souvent de la surface de la sphère que de l'aire du cercle ; — le volume de la sphère, *globositas sphæræ* ou *crassitudo circuli* (le volume engendré par le cercle tournant) vaut les 2/3 du *modius* (le boisseau), ou cylindre circonscrit, ou les 11/21 du *cubus*, ou cube circonscrit. — Dans sa lettre à Sylvestre II, Adelbold cherche à justifier, par des raisonnements peu rigoureux, ces expressions du volume de la sphère, qu'il hésite à accepter, tant que son illustre correspondant n'aura point approuvé la proposition qu'il lui soumet.

(1) Francon, *De Quadraturâ circuli*, liv. I. — Le cardinal Maï, en publiant la préface de Francon dans ses *Classici Auctores*, t. III (1831), rappelle les deux lettres d'Adelbold et de Gerbert données par Pez en 1721, et ajoute : *Adelboldi autem de quadraturâ circuli opusculum est apud me ms.* Voy. aussi sur les écrits d'Adelbold, l'*Hist. litt. de la Fr.*, t. 7, et Bubnov, p. 593. L'*Adelbodi Musica*, que Migne, t. 140, donne d'après Martin Gerbert, n'est pas de lui.

(2) Publié par Moll, Kerkhistorisch Archiev de Kist et Moll, Amsterdam, t. III (1862), pp. 198-213. La strophe commentée est le Mètre 9e, en 28 vers, du Livre III du *De Consolatione*. Maï a publié, dans ses *Class. Auct.*, t. III (1831), un commentaire du même Mètre par un moine du Xe s. de l'abbaye de la Nouvelle Corbie. On y trouve, comme à l'endroit correspondant du Commentaire du *De Consolatione* autrefois attribué à S. Thomas d'Aquin, des remarques arithmétiques analogues à celles que fait Adelbold. Les réflexions d'Adelbold sur les nombres 2, 3, 2^3, 3^3, $2^2 \times 3$ et 2×3^2 et sur les proportions $\frac{2}{3} = \frac{8}{12} = \frac{12}{18} = \frac{18}{27}$ sont faites à propos des vers :

> Tu numeris elementa ligas, ut frigida flammis,
> Arida conveniant liquidis.

(3) *Coloniensis ecclesiæ generalissimus scholasticus.* Il enseignait à Cologne depuis vingt années à l'époque de la correspondance. — L'*Hist.*

et bientôt un des collègues de Wazon (1), échangent une active correspondance mathématique, dont les pièces constituent un des documents historiques les plus curieux et les plus précieux parvenus jusqu'à nous. Aux huit lettres échangées entre Ragimbold de Cologne et Radolf de Liége, s'ajoutent une lettre mathématique adressée au même Ragimbold par un moine connu par sa seule initiale, *monachus B.*, et un fragment intitulé *De Quadraturâ circuli*, qui remonte sinon à l'écolâtre Adelman de Liége, le successeur de Wazon, du moins à l'un de ses disciples. Cet ensemble de pièces, récemment publié par P. Tannery et l'abbé A. Clerval (2), a éclairé d'un jour nouveau divers problèmes de l'histoire des Mathématiques au XIe siècle, et va nous donner la mesure exacte du degré de science ou plutôt du degré d'ignorance, en matière de Géométrie, des hommes d'étude dans l'Occident latin un quart de siècle après Gerbert.

La correspondance entre Radolf et Ragimbold n'est point un simple échange amical de vues et de communes recherches :

littér. de la France, t. VII (1746), p. 15, l'a enregistré parmi les élèves de Fulbert à Chartres, mais à tort ; car il n'a fait que passer par Chartres, où il s'est entretenu avec le savant évêque (voy. la Lettre VIIIe de la *Correspondance*).

(1) *Radulfus* ou *Rodulfus*, est qualifié de *æcclesiæ leodiensis magister specialis*, puis, au cours de la correspondance il est promu à la dignité de *magister scholarum*. Radolf a été disciple de Wazon : Ragimbold, parlant de Wazon à Radolf l'appelle tantôt *magister tuus*, tantôt *magister noster* ; cependant Radolf semble en relations épistolaires avec Fulbert : il a certainement séjourné quelque temps à Chartres (Lettre VII) et il a peut-être suivi les leçons de l'évêque. — Cf. BIOGRAPHIE NATIONALE DE BELGIQUE. t. XIX, 1907, art. *Rodolphe de Liége* (par H. Bosmans, S. J.).

(2) Signalée pour la première fois en 1843, par Chasles (C. R. DE L'ACAD. DES SC., de Paris, 1843, t. XVI), cette correspondance a été présentée par P. Tannery à l'Acad. des Inscr. et B.-L. en 1897 (voy. le C. R. des séances, 1897, pp. 212-221) et publiée par P. Tannery et l'abbé Clerval dans les NOTICES ET EXTR. DES MNS. DE LA BIBL. NATION., t. 36, II, 1901, pp. 487-543), sous le titre *Une correspondance d'écolâtres du XIe siècle*. La préface (pp. 487-513) et les notes et annexes, dont P. Tannery a enrichi ce document, donnent à cette publication un inappréciable surcroît de valeur. — Les huit lettres des deux écolâtres belges occupent dans le mns. latin 6401 de la Bibliothèque nationale un cahier d'une douzaine de feuillets ; des fragments de la lettre IVe se retrouvent avec divers autres documents mathématiques dans le mns. latin 7377 C et dans le mns. latin 10444. Le mns. 7377 C contient notamment la lettre du moine B. à Ragimbold et de nombreux chapitres de la *Géométrie* de Gerbert (les ch. 14 à 40 de l'édition Olleris, mais dans un ordre différent), auxquels sont mêlées la lettre de Gerbert à Adelbold sur le triangle et la lettre d'Adelbold à Gerbert sur la sphère. Le mns. 10444 contient, en autres pièces, le fragment anonyme *De Quadraturâ circuli*, œuvre peut-être d'Adelman, et la fin du *De Quadraturâ* de Francon.

comme le dit fort bien P. Tannery, c'est un véritable tournoi épistolaire. On écrit en face du public, à qui l'on communique ses lettres. On est courtois à l'extrême dans les formules de politesse, et même onctueux : cela convient entre gens d'église ; dans le style, on affecte la bonne latinité, qui sied aux professeurs ; on nomme S. Grégoire et S. Augustin, on cite volontiers Platon, Socrate et même Horace. On fait montre de relations scientifiques personnelles avec l'évêque Fulbert de Chartres et l'évêque Adelbold d'Utrecht. On soumet à ce dernier certains litiges géométriques, et aussi à plusieurs autres clercs et hommes doctes, à Odolf, le frère de Radolf, à Razegin, l'ami et peut-être l'ancien condisciple de Ragimbold (1), qui habite au pays de Liége — était-ce un moine de l'abbaye de St-Trond ? — et principalement à « notre cher maître Wazon ». On est fier de posséder, même en simple prêt, un astrolabe : Rodolphe, qui en possède un et en construit un second sur ce modèle, invite Ragimbold à venir de Cologne à la prochaine fête de Saint-Lambert, *ad missam sancti Lanberti,* pour voir cet appareil ; Radolf lui en donnera l'explication : sinon, le nouvel et savant instrument n'intéressera pas plus Ragimbold

Quam lippum pictae tabulae, fomenta podagrum (2).

C'est incidemment qu'on a parlé de l'astrolabe ; la correspondance n'a qu'un but : se proposer l'un à l'autre des difficultés sur la Mathématique pure.

La lutte à armes courtoises se déroule sur le terrain de la Géométrie. Mieux vaudrait pour l'honneur des deux écolâtres se borner à des joutes d'Arithmétique. Ces maîtres lotharingiens connaissent suffisamment l'*Institutio Arithmetica* de Boèce, et surtout savent habilement calculer, *abacizare*, mais non, semble-t-il, avec les jetons chiffrés de Gerbert. Ils se piquent de manier vaillamment les rudes fractions romaines, *minutias naviter tractare*, selon les règles de Boèce et surtout de Victorius, depuis l'once (1/12 de l'as ou de l'unité) jusqu'au tiers ou même au quart de l'obole, qui sont la silique $\left(\frac{1}{12 \times 144}\right)$ et le calcus $\left(\frac{1}{16 \times 144}\right)$. Ragimbold introduit même des fractions nouvelles, la *divisio intellectualis,* où les fractions ou *minutiæ* ont des

(1) *Razegino fideli nostro. tuoque vicino* (Lettre VI, Ragimbold à Radolf).
(2) Horace, *Épîtres*, I, 2.

diviseurs et des dividendes quelconques, telles que $\frac{17}{246}$ de silique : c'est une des premières apparitions en Occident de nos fractions modernes, moins incommodes que les fractions duodécimales antiques (1).

Or voici que ces Lotharingiens, abacistes non médiocres, s'aventurent dans le domaine de la Géométrie. Dès lors, le sol va se dérober à tout instant sous leurs pas. Ils ne connaissent ni l'œuvre ni même le nom d'Euclide ; ils ignorent le théorème de Pythagore : — la propriété si élémentaire du carré de l'hypoténuse ; — les plus simples propositions de la Géométrie, que Boèce, philosophant sur les *Catégories* d'Aristote, vient à rappeler au hasard de ses citations, les jettent dans l'embarras, et surtout le *Geometricum* (2) de Boèce a le don à la fois de passionner leur curiosité et de leur susciter énigmes sur énigmes.

Boèce, commentant les *Catégories* du Maître, a rappelé que la somme des angles intérieurs du triangle vaut deux angles droits. Que signifient ces mots, *angles intérieurs ?* Le triangle a donc aussi des angles extérieurs ? Oui, car Ragimbold a lu dans le *Geometricum* une proposition où Boèce parle des angles extérieurs. On échange, entre Liége et Cologne, lettres sur lettres pour éclaircir ces termes. Ragimbold conjecture qu'angles intérieurs et angles extérieurs sont synonymes d'angles aigus et d'angles obtus (3). L'évêque Fulbert, consulté, hasarde une

(1) Voy. déjà la lettre écrite entre 997 et 999 par Gerbert à Adelbold : *In his geometricis figuris...* (édition Bubnov, pp. 43-45).

(2) Sous le titre de *Geometricum Boethii*, Ragimbold désigne l'étrange amas de pièces arithmétiques et géométriques qui forme les cinq livres de la *Geometria Boethii*, décrite par P. Tannery au ch. V de sa préface d'*Une Correspondance d'écolâtres ;* Bubnov donne l'analyse et la critique de cette Géométrie dans son *Gerberti Op. math.*, pp. 180-188. Nous avons parlé déjà de cette Géométrie en cinq livres, bien distincte de la célèbre *Ars geometrica* en deux livres : celle-ci, œuvre d'un pseudo Boèce de la fin du XIe siècle au plus tôt et publiée dans les *Boetii op. math.* de Friedlein (1867), nous a occupé à propos de l'histoire de l'abaque et des *apices*, ou prototypes de nos chiffres arabes.

(3) Ragimbold, ayant lu que la somme des angles intérieurs d'un triangle vaut deux droits, n'arrive à le démontrer que dans le cas du triangle rectangle isoscèle, ou du demi-carré. Quant au théorème de Boèce sur les angles extérieurs, il croit qu'il s'agit des trois angles ayant pour sommet commun le centre du cercle circonscrit au triangle, supposé équilatéral, et sous-tendus par les côtés du triangle, et il arrive à montrer que chacun de ces angles, valant 4/3 d'angle droit, est égal à la somme de deux angles intérieurs du triangle.

explication moins heureuse encore et compliquée, puis abonde dans le sens de Ragimbold. Wazon et l'évêque Adelbold s'essayent à leur tour à résoudre ce nœud gordien. Radolf opine qu'un angle est dit intérieur, s'il est dans le plan même du triangle, et est dit extérieur, s'il est hors du plan de la figure, c'est-à-dire dans l'espace, comme les angles des faces d'un cube.

D'autres termes encore les embarrassent. Rodolphe a lu, il ne sait plus où (1), la mention de *pedes recti*, de *pedes quadrati*, de *pedes solidi*, et interroge son confrère de Cologne. Ragimbold lui forge une longue explication de ces termes si simples, qui servaient aux agrimenseurs — et à Gerbert — pour indiquer les mesures des longueurs, des aires et des volumes.

Mais le problème qui davantage les tourmente, est la détermination du rapport entre la diagonale du carré et le côté. Boèce a dit, en son Commentaire des *Catégories*, que le carré construit sur la diagonale d'un carré donné est le double de celui-ci, et les deux écolâtres ont vérifié sans peine l'affirmation, par le découpage de la figure en triangles isoscèles. Mais quel est le rapport, *in numeris*, entre les côtés des deux carrés ? Ragimbold a découvert dans le *Geometricum* du même Boèce — ou plutôt, nous le savons aujourd'hui, dans la portion de la *Geometria* de Gerbert égarée dans la vaste compilation qui portait le nom de Boèce — que la diagonale du carré vaut les 17/12 du côté, *latus unum et ejus quinceuncem* (2). Radolf, lui, soutient que le rapport est 7/5, et justifie ce nombre par de longs calculs. Ainsi, aucun des deux écolâtres ne soupçonne l'incommensurabilité de la diagonale et du côté, cette proposition pythagoricienne tout élémentaire, que Platon autrefois plaçait au seuil de la Géométrie, comme il plaçait la Géométrie au seuil de la Philosophie.

Mais, se demandera-t-on, ces deux clercs lotharingiens sont-ils les représentants de toute la science mathématique de leur époque ? Hélas, ni le moine B., l'ami et le correspondant — anonyme pour nous — de Ragimbold, ni leur contemporain inconnu, auteur du fragment *De Quadraturâ circuli* que nous

(1) C'est sans doute dans la lettre de Gerbert à Adelbold sur l'aire du triangle : nous savons que des copies de cette lettre circulaient alors en Lotharingie, et parfois étaient insérées dans le *Geometricum* de Boèce.

(2) *Geometria Gerberti*, édit. Olleris, n. 66. Une résolution erronée d'une abréviation a fait écrire *bessem* (8/12) au lieu de *quinceuncem* (5/12) dans le texte reproduit par certaines éditions ; l'erreur a été corrigée par Olleris.

décrirons tantôt, ni Francon lui-même, le plus célèbre géomètre du siècle, ne dépasseront de beaucoup le niveau atteint par Radolf et Ragimbold.

Tous ces clercs studieux sont épris de la Géométrie ; mais, pour eux, la Géométrie est simplement la science des mesures et une science tout empirique. Ils n'ont aucune idée de l'analyse et de la synthèse antiques : ignorant Pythagore et Euclide et séparés de la tradition grecque par un chaos de plusieurs siècles, ils n'ont aucun modèle d'une démonstration scientifique. La Géométrie, à leurs yeux, est l'art de découvrir au hasard de tâtonnements heureux telles relations entre des longueurs ou entre des aires ou entre des volumes, et de les vérifier au prix de l'habileté dans le tour de main. On trouve et on démontre à l'aide du calcul, mais surtout par le pliage et le découpage du parchemin — *proportionali membranarum incisione*, dit Radolf, — *in membranis et pelliculis*, dit Francon — et par le maniement du compas — *cum circini probatione*, dit Ragimbold. — Certes, l'influence de Gerbert est manifeste dans l'apparition ou plutôt le développement de la curiosité scientifique en Occident, mais l'illustre savant n'a point réussi à fonder un enseignement véritable et formel de la Géométrie. L'influence du *Geometricum* de Boèce est incontestable aussi ; et il y a dans le *Geometricum*, amas lourd et informe de tous les modestes legs de la science romaine, certaines pages où s'accumulent en séries les énoncés de propositions euclidiennes, mais ces énoncés dépourvus de tout commentaire, de toute démonstration, de toute figure, sont devenus au XIe siècle, pour les héritiers lointains de la science des agrimenseurs, des énigmes indéchiffrables. La science géométrique de Francon et de ses contemporains est, suivant la trop juste formule de P. Tannery, exactement la science des Grecs avant Euclide et avant Pythagore.

Cependant la faiblesse des ressources scientifiques dont disposaient les esprits studieux au XIe siècle, ne peut que nous faire admirer davantage « la pénétration de l'esprit d'invention, brillant çà et là à travers les ténèbres de ces temps d'ignorance ». — Cette remarque est de Winterberg, le savant éditeur de l'ouvrage géométrique de Francon, et elle est légitime. Aussi nous ferons bénéficier de cette indulgence le moine B. et Francon dans l'appréciation de leurs écrits.

Le moine B. est l'auteur, malheureusement inconnu, d'une lettre très précieuse adressée à Ragimbold. L'auteur de cette

pièce mathématique se montre supérieur en lucidité d'esprit à Adelbold, à Ragimbold et à Francon lui-même (1).

Le rapport entre la diagonale du carré et le côté est le premier objet de la lettre. L'auteur rappelle tout d'abord la solution platonicienne, *Platonicam rationem*, du problème de la duplicature du carré : le carré construit sur la diagonale d'un carré donné est le double de celui-ci, proposition que Platon présente comme le type d'une vérité d'intuition. On dirait que le moine B. a lu, dans le *Ménon*, le dialogue entre Socrate et le jeune esclave grec. Le moine renvoie à Platon, Boèce n'étant que le commentateur des Anciens. Il adopte cependant, comme Ragimbold, le rapport 17/12 entre la diagonale et le côté (2), valeur transmise par le *Geometricum* de Boèce, ou plutôt par la *Geometria* de Gerbert ; puis, comme Socrate parlant au jeune esclave de Ménon, il rappelle que le rapport entre les deux aires et le rapport entre les deux lignes sont choses distinctes : « Entre les aires, le rapport est du simple au double : entre les nombres, c'est tout autre chose (3). » — Il sait évidemment aussi que les carrés des nombres 17 et 12 ne sont pas, eux non plus, l'un le double de l'autre ; mais ces nombres 17 et 12 lui paraissent exacts *géométriquement*, c'est-à-dire pour les applications pratiques (4). Peut-être, devançant en cela Francon, reconnaît-il l'incommensurabilité entre les deux lignes.

(1) Winterberg a publié cette lettre, suivie de trois pages sur la Musique, en 1882 dans son édition du *De Quadraturâ circuli* de Francon (pp. 183-190), en l'attribuant à Francon et d'après le texte très incorrect du *Vaticanus Lat.* 3123, où elle figure à la suite de l'explicit du *Liber Franconis de quadraturâ circuli*, sans autre titre que *Incipit liber de eâdem re.* Ne serait-ce pas là le document que Maï croyait être un *De Quadraturâ d'Adelbold ?*

En 1901, P. Tannery a donné cette même lettre, avec un texte plus sûr, dans la *Correspondance d'Écolâtres du XIe siècle* (Pièce IX, pp. 533-536), d'après le mns. latin 7377 C de la Bibliothèque nationale de Paris, où elle est placée entre le traité de Francon et un fragment d'une lettre (Lettre IV) de Ragimbold à Radolf.

(2) Diagonium habet unum latus in se et ejus quincuncem.

(3) Ecce duplus et simplex quadratus : et hoc in mensurâ, in numeris nunquam. Hactenus Plato.

(4) Le moine B. savait sans doute que deux carrés, l'un de 17 pieds de côté, l'autre de 12 pieds de côté, ont l'un une aire de 289 pieds carrés, l'autre une aire de 144 pieds carrés, et que 289 n'est pas exactement le double de 144. Mais il considérait le rapport 17/12 comme assez voisin de l'exactitude, de même que 289/144 est assez voisin de 2/1, rapport exact des aires. — C'est ainsi encore que Radolf et Ragimbold, prenant indifféremment l'un 7/5, l'autre 17/12 comme valeur de ce rapport de la diagonale au côté, ne se préoccu-

Mais la principale question étudiée par le moine B. est la quadrature du cercle. C'est la première résurrection, dans l'Europe latine, du problème antique ; plus d'un écolâtre y consacrera ses loisirs, et Francon de Liége devra sa célébrité à travers le Moyen Age au long traité qu'il y consacrera.

C'est encore au cours de ses lectures du Commentaire de Boèce sur les *Catégories* d'Aristote, que le moine B. a rencontré ce problème géométrique. Le Maître, dissertant sur la différence entre le connaissable et le connu, a donné comme exemple d'une proposition connaissable, mais non connue encore, la solution de la quadrature du cercle (1).

Le problème de la quadrature du cercle, tel que les Grecs le posaient et tel qu'il passionna plus tard, autant que la recherche de la pierre philosophale, les chercheurs à la Renaissance — c'est-à-dire la construction par la règle et le compas d'un carré équivalent en surface à un cercle donné, ou, ce qui revient au même, la détermination par la règle et le compas d'une droite égale en longueur à une circonférence de diamètre donné — ce problème est d'une impossibilité aujourd'hui rigoureusement démontrée. Il passait cependant, aux yeux des écolâtres, pour parfaitement résolu, et résolu par Aristote lui-même. Les agrimenseurs leur avaient transmis, parmi les autres débris de la science antique recueillis dans le *Geometricum*, la valeur archimédienne, 22/7, du rapport entre la circonférence et le diamètre, aujourd'hui désigné par l'initiale π du mot περιφέρεια, et y joignaient le rapport 11/14, déduit de celui-là, entre le cercle

paient point de leur inexactitude *arithmétique*, aisée à reconnaître, mais les posaient comme des valeurs *géométriques*, c'est-à-dire obtenues empiriquement et suffisantes dans les applications pratiques.

(1) Boèce, *In Categorias Aristotelis*, Lib. II, Migne, P. L., t. 64, p. 230 : — Si scibile non sit, non est scientia ; scientia verò si non sit, nihil prohibet esse scibile, velut circuli quadratura si modò est scibilis, scientia siquidem ejus nondum est, ipsa vero scibilis est. — C'est dans le long commentaire échafaudé par Boèce sur ce passage des *Catégories*, que se trouve aussi la question du carré construit sur la diagonale d'un autre carré ; Platon n'y est pas cité.

Le bon moine B. se fourvoyait parfois, en s'aventurant dans le broussailleux *Commentaire sur les Catégories*. Ainsi, dans l'endroit présent, Boèce vient à se proposer de transformer un rectangle en un triangle équivalent — jubemur quatuor laterum spatio æquale triangulum constituere — le moine B. ne comprend point l'antithèse admirative de Boèce : une figure à trois côtés égalant une figure à quatre côtés ; et obscurcissant lui-même le passage de Boèce, il affirme que le texte est corrompu par une trahison de copiste, *manu scriptoris invidentis*, et le restitue à son gré par une critique conjecturale hardie et, croyons-nous, malencontreuse.

et le carré circonscrit. Ces solutions numériques et approchées du problème ancien, les écolâtres les regardaient comme rigoureusement exactes ; ignorant profondément les travaux et jusqu'au nom d'Archimède et trompés par un passage mal compris du Commentateur des *Catégories*, ils attribuaient à Aristote l'honneur de cette découverte.

Qu'espéraient donc découvrir dans leurs recherches *de quadraturâ circuli*, ces mathématiciens du Moyen Age ? Retrouver la démonstration du Maître, que Boèce avait connue et qui s'était perdue depuis le temps de Boèce ? Non, car une telle pensée les eût effrayés, et Boèce même les en eût détournés, lui qui redoutait le seul labeur de résumer la démonstration antique (1). Leur prétention est plus modeste. Le Maître a dit et démontré que l'on obtient — rigoureusement, croient-ils — la surface d'un cercle en multipliant par 11 et en divisant ensuite par 14 le carré du diamètre : supposez un cercle ayant un diamètre de 14 pieds, sa surface équivaudra à celle d'un rectangle de 11 pieds sur 14, ou de 154 pieds carrés. Le problème de la quadrature du cercle se réduit donc, pour les écolâtres, à la construction d'un carré équivalent à un rectangle de 11×14 pieds carrés.

Construire la moyenne proportionnelle entre deux droites données, voilà donc tout le but des recherches du moine B. et de ses successeurs, tout le sujet des six livres du *De Quadraturâ circuli* de Francon, et la solution de ce problème élémentaire est pour eux tous la pierre d'achoppement.

Comment s'en étonner ? Toutes ces générations de géomètres de bonne volonté tâtonnent à travers les ténèbres : la seule relation métrique qu'ils connaissent entre deux droites, est l'énoncé platonicien — *Platonicam rationem*, disait le moine B., — à savoir que le carré construit sur la diagonale d'un carré donné est le double de ce carré. Mais le théorème fondamental, la propriété du carré de l'hypoténuse, leur est absolument inconnu : ils n'ont plus pour se diriger ce théorème primordial, qui autrefois, depuis les temps de Pythagore, illuminait comme une splendide étoile de l'Orient les sentiers de la Géométrie et guidait dès leurs premiers pas les plus humbles débutants.

Ce n'est point que leurs travaux fussent sans mérite. Francon, plus heureux que Radolf et que Ragimbold, explique assez bien

(1) Boèce, après avoir fait allusion aux travaux d'Archimède — Aristotelis quidem temporibus non fuisse inventum videtur, post verò repertum est — ajoute : Cujus quoniam longa est demonstratio, prætermittenda est. (*In Categ. Aristot.*, II, Migne, P. L., t. 64, col. 231.)

le sens des termes *angles intérieurs* d'un triangle et *angles extérieurs*, tout en se trompant sur la vraie position de ces derniers. Il comprend et il essaye de prouver que la racine d'un nombre non carré parfait, par exemple de 154, n'est pas exprimable par une somme de nombres rationnels. Il est vrai qu'il échoue à son tour, après Wazon, après Radolf et Razegin, après Adelman et d'autres, dans la démonstration de l'égalité entre la somme des angles intérieurs d'un triangle et deux droits.

Pour finir le récit des efforts de nos Lotharingiens à la recherche de la quadrature du cercle, donnons ici, en prenant pour guide P. Tannery, les principaux résultats de leurs travaux.

Le moine B., excellent calculateur, qui manie volontiers les *divisions intellectuelles*, aboutit à cette valeur du côté du carré équivalent à un cercle d'un diamètre de 14 pieds : $\sqrt{11 \times 14} = 12\frac{2}{5}\frac{1}{100}$. C'est la solution la plus rapprochée que jamais les écolâtres aient obtenue (1).

Il propose, de suite, une solution graphique moins parfaite, mais plus commode : la diagonale du carré équivalent à un cercle est les 5/4 du diamètre du cercle (2).

Francon donne une construction graphique qui arrive à poser $154 = (11 + \sqrt{2})^2$. L'erreur relative est près de trois fois plus forte (3) que dans la première et excellente solution proposée par le moine B.

L'auteur du fragment *De Quadraturâ circuli* publié par P. Tannery à la suite de la lettre du moine B., et qui semble être un disciple d'Adelman de Liége, s'il n'est l'écolâtre Adelman lui-même, donne trois solutions graphiques. La première, la seule qu'il exprime clairement, est d'une extrême simplicité : *Le côté du carré est les 8/9 du diamètre du cercle* (4).

(1) L'erreur relative sur le côté du carré est $\frac{1}{4431}$ par excès ; poser $\sqrt{154} = 12,41$ revient à écrire $\sqrt{\pi} = 1,77285...$, au lieu de $\sqrt{\pi} = 1,77245...$

(2) Erreur relative : $\frac{1}{311}$ par défaut ; $\sqrt{\pi} = \frac{5}{4}\sqrt{2} = 1,76676...$

(3) Erreur relative : $\frac{1}{1772}$ par excès ; $\sqrt{\pi} = 1,77345...$

(4) Erreur relative : $\frac{1}{333}$ par excès. La troisième des solutions graphiques proposées par cet anonyme semble pouvoir s'énoncer en ces termes : Les arcs extérieurs interceptés sur le cercle par le carré concentrique et équivalent sont de 60° (au lieu de 55°11'40" environ) ; cela revient à poser $\sqrt{\pi} = 2\cos 30° = 1,73205...$: l'erreur est $\frac{1}{36}$ par défaut. — Cf. dans l'INTERMÉDIAIRE

Par une coïncidence singulière, cette règle — l'emploi des huit-neuvièmes — est identiquement la solution consignée dix-huit siècles avant notre ère dans le célèbre papyrus mathématique du scribe Ahmès. Nous l'avons rappelée au début de notre étude. C'est là une coïncidence toute fortuite, observe P. Tannery, car cette valeur n'est point passée dans la tradition gréco-romaine : « Il faut simplement en conclure qu'un Lotharingien a rencontré de lui-même ce que trois mille ans auparavant on avait inventé sur les bords du Nil. » — On observera aussi, avec P. Tannery, qu'Ahmès, le rédacteur du *Papyrus*, se montre incomparablement meilleur calculateur que géomètre : « Il en est de même, toute proportion gardée, des écolâtres lotharingiens du XIe siècle, et, en thèse générale, l'avance de l'Arithmétique sur la Géométrie subsistera pendant le Moyen Age et même pendant la Renaissance jusqu'au moment où les mathématiciens auront le moyen d'étudier, dans des traductions intelligibles, les travaux d'Archimède et d'Apollonius. »

Adelman et son disciple Francon, deux gloires de la cité de Notger — la nourricière des arts (1) — sont les deux derniers écolâtres qui méritent une place dans l'histoire des Mathématiques au XIe siècle.

Achevons de faire connaître leurs travaux.

Adelman avait complété à Chartres, aux leçons du vieil évêque Fulbert, ses premières études, faites en son pays natal. Rappelé à Liége vers 1026 par son évêque Réginard, il succède bientôt à Wazon dans la direction de l'école cathédrale de Saint-Lambert (2). — Francon, en son *De Quadraturâ circuli*, lui fait honneur d'une démonstration du théorème relatif à la somme des angles intérieurs du triangle, la seule démonstration de ce

DES MATHÉMATICIENS, t. XIV (1907), pp. 229-232, une note intitulée *Historique du calcul des décimales de* π (nous y avons donné une bibliographie) et dans MATHESIS, 1908, pp. 236-242, l'article *Sur le calcul de* π, par P. Mansion.

(1) Expression d'Adelman, dans le *Rythmus alphabeticus*, strophes rimées glorifiant les écoles de Chartres et de Liége (Martène, *Thesaurus anecd.*, t. IV, col. 113, d'après un mns. de l'abbaye de Gembloux : ce mns. appartient aujourd'hui à la Bibl. Roy. de Bruxelles, n° 5595, voy. f° 163) :

Legia, magnorum quondam artium nutricula.

Cf. A. Clerval, *Les Écoles de Chartres au M. A.*, Paris [1895], pp. 58-61.

(2) Adelman devint évêque de Brescia (1056-1061). Il acquit, tant en nos régions que dans les pays lombards, de glorieux mérites dans la retentissante querelle sur l'Eucharistie, où il combattit Bérenger de Tours, son ancien condisciple aux écoles chartraines, et dans la lutte contre les clercs simoniaques, qui étaient la plaie des églises lombardes.

temps qui s'appliquât au cas général, au moins pour le triangle acutangle. On la retrouve, avec le même dessin que chez Francon, dans le document anonyme *De Quadraturâ circuli*, qui nous a occupés plus haut : cet indice a autorisé P. Tannery à attribuer à Adelman ou, du moins, à son école cette pièce mathématique précieuse.

Francon de Liége appartient à la génération qui suivit celle de Radolf et de Ragimbold. Il dirigea l'école cathédrale pendant une grande partie de la seconde moitié du XIe siècle (1). Il dédia, vers 1050, son *De Quadraturâ circuli* à son Mécène, Hermann II, archevêque de Cologne (1036-1055). La popularité du sujet traité en ce livre valut à l'écolâtre de Saint-Lambert un renom qui traversa les âges. Nous citerons volontiers son compatriote, le bon Jean d'Outremeuse, se donnant la joie de glorifier l'écolâtre et son savant livre : « L'an milh et LXX, en mois de may commenchat et parfist et compoisat en escript, Franque, li scholastre del englise de Liege, qui astoit de scienche, de letres, de manere, de probiteit renommeis, a Herman archiepiscopum Bonneburgense, le libre de la quariuree de cercle, de la queile chouse Aristolt parolle, de cercle quareit, si est : sciendum quidem meritum est, illud verò (2). » — Sauf l'indication de la date de l'ouvrage, date prise on ne sait où, et l'attribution à Hermann d'un siège inconnu et sauf le texte aristotélicien, que Jean d'Outremeuse estropie et arrange à sa guise, ce passage du romanesque chroniqueur est la traduction fort savoureuse, mais fort libre, de la notice consacrée à Francon par Sigebert de Gembloux dans sa *Chronique universelle*, écrite vers 1901 : « Anno 1047. Franco scholasticus Leodiensium, et scientiâ litterariâ et morum probitate claret, qui ad Herimannum archiepiscopum scripsit librum de quadraturâ circuli, de quâ re Aristoteles ait : Circuli quadratura si est scibile, scientia quidem non est, illud vero scibile est (3). »

(1) La Chronique de Saint-Trond signale encore sa présence en 1083, en ces termes : Magnæ vitæ et nominis Franco, magister scholarum Sancti Lamberti, religiosus. *Gesta abbat. Trudon.*, II, 5. — Cf. Balau. *Les Sources de l'histoire de Liége au M. A.*, p. 174.

(2) *Ly Myreur des Histors* (écrit vers 1395), chronique de Jean Des Preis dit d'Outremeuse, publiée par St. Bormans, t. IV, 1877, p. 259.

(3) Ailleurs, Sigebert dit : Amatores scientiæ sæcularis taxent eius scientiam ex libro quem scripsit ad Hermannum Coloniæ archiepiscopum, de quadraturâ circuli, de qua Aristoteles ait : Quadratura circuli, si est scibile, scientia quidem nondum est (Sigebert, *De Scriptor. ecclesiast.*, ch. 164, dans Fabricius, *Bibliotheca eccles.*, 1718, p. 113).

Enseveli sous la poussière des siècles, le *Liber domni Franconis de quadratura circuli* fut retrouvé parmi les joyaux de la Bibliothèque Vaticane par le cardinal Maï. Il en publia des fragments en 1831, notamment le prologue du Livre I, où l'écolâtre rappelle les efforts de ses contemporains à la poursuite de la quadrature du cercle — « problème abstrus, dont la solution fut trouvée, dit-on, par Aristote et fut perdue aussitôt après le temps de Boèce » (1). — En 1882, Winterberg a publié intégralement le traité d'après le manuscrit de la Vaticane.

Dans la composition de son livre sur la quadrature, Francon fut aidé par l'écolâtre Falcalin, de l'abbaye de Saint-Laurent, aux portes de Liége (2).

Francon a écrit aussi, au témoignage de Sigebert, un *De ratione computi* (3).

Sans nous occuper des écrits de Francon qui touchent les sciences sacrées, il y a lieu de nous demander s'il est l'auteur de l'*Ars cantûs mensurabilis*, l'un des plus importants traités de musique que nous ait légués le haut Moyen Age. Cet écrit est une transformation de l'œuvre du moine Hucbald de Saint-Amand : c'est le plus ancien ouvrage connu sur la musique mesurée et sur le *déchant*, ou harmonie régulière ; on y perfectionne la notation musicale par le partage des notes en *longues, brèves* et *demi-brèves*. — Ce traité diffère de celui de Francon le Vieux, maître de chant à Notre-Dame de Paris au XIe siècle. Ne serait-il pas de Francon de Dortsmund, en Westphalie, abbé bénédictin à Cologne en 1190 ? L'*Ars cantûs mensurabilis* s'ouvre par ces mots : *Ego Franco de Colonia*, et on sait que les abbés se désignaient, non par le lieu de leur naissance, mais par le lieu de leur monastère (4). — Clerval, qui voit en Fran-

(1) ... hanc [quadraturæ scientiam] noster Adelboldus, hanc maximus doctorum Wazo, hanc ipse studiorum reparator Gerbertus, multique alii studiose investigarunt... — Maï, *Classici auctores*, Rome, t. III, 1831, pp. 346-348 ; reproduit par Migne, P. L., t. 143, col. 1373.

Le traité entier, mns. 3123, a été publié par Winterberg dans ABHANDLUNGEN ZUR GESCHICHTE DER MATHEM. (supplément de ZEITSCH. FÜR MATH. UND PHYSIK), 1882, IV, pp. 142-183 ; voy. plus haut, p. 272, note 1.

(2) Le moine Renier, *De ineptiis cuiusdam Idiotæ* (Pez, t. IV, p. 3 ; M. G. H., *Scr.* t. 20, p. 594), mns. de l'Université de Louvain, n. 259 *(anc.* VI Janssens), fol. 39, v.

(3) Pez a rencontré dans ses pérégrinations en Allemagne l'indication d'un manuscrit intitulé : *Super tractatus Sphæræ Magistri Franconis* (Pez, t. I, prœm., pp. 63-64).

(4) E. de Coussemaker attribue l'œuvre à ce Francon du XIIe siècle. Francon de Paris et Francon de Cologne sont signalés dans un manuscrit musical

con de Liége un disciple de Fulbert de Chartres, l'un des évêques les plus versés dans la science musicale, dénie au Franconi du XIIe siècle et revendique pour l'écolâtre belge le célèbre traité (1).

Pour clore notre étude sur les Mathématiques belges au XIe siècle, il est permis de citer deux ou trois noms encore, mais d'un éclat scientifique très faible. Ils seront un dernier témoignage du goût persévérant de nos écolâtres pour les sciences qui avaient charmé Gerbert et Adelbold.

A Saint-Hubert en Ardenne, on loue fort le moine Helbert de Liége. La chronique de l'abbaye nous le montre faisant merveille dans la Mathématique et dans la Musique — *in abaco et in musicâ triumphantem.* — Helbert florissait vers 1055, sous le gouvernement du célèbre abbé Thierry I.

Au monastère de Saint-Laurent, à Liége, qui avait fourni un collaborateur à Franconi dans la personne du moine Fascalin, un autre moine, Engelbert, nous est présenté comme un astronome, ou au moins un computiste, passionné et dont les écrits ne furent point inutiles (2).

A Tournai, le B. Odon l'Orléanais, qui dirigea de 1087 à 1092 l'école cathédrale de Notre-Dame, joignait à ses leçons de Dialectique des leçons d'Astronomie. Les contemporains racontent que, le soir venu, il se plaisait à montrer à ses disciples, réunis aux abords de l'église de Notre-Dame, les constellations célestes et les merveilles du zodiaque et de la voie lactée, et à leur expliquer le cours des astres : les auditeurs charmés le retenaient souvent jusque bien avant dans la nuit (3).

(A suivre). B. Lefebvre, S. J.

anonyme de la première moitié du XIIIe siècle, publié par de Coussemaker, *Scriptorum de Musicâ medii ævi nova series*, Paris, 1863-77, t. I. 4e anonyme. — On n'a point de motif de faire naître à Cologne notre Franconi, l'écolâtre liégeois ; si Trithème l'appelle *natione Teutonicus*, l'épithète s'explique, la Lotharingie étant inféodée à l'Allemagne.

(1) Clerval, *op. cit.*, p. 90. — Cf. de Coussemaker, *Hist. de l'Harmonie au M. A.* — Peter Bohn, *Magistri Franconis Ars cantûs mensurabilis*, Trèves, 1880, 36 pp. : c'est la traduction allemande du traité. Le XIe chapitre traite du *discantus*, le déchant, et a été analysé et critiqué par Oswald Koller, en 1890.

(2) Engelbertus, compoti ventilator et assecla, quædam theoremata computistis utilia compaginavit. Renier, *op. cit.*, *ibid.* (mns., fol. 40).

(3) Magistrum Odonem... vespertinis quoque horis aûte januas Ecclesiæ usque in profundam noctem disputantem et astrorum cursu digiti protensione discipulis ostendentem, zodiacique seu lacti circuli diversitates demonstrantem. D'Achery, *Spicilegium vet. script.*, t. XII (1675), p. 360. — En 1092, Odon quitta Notre-Dame pour aller restaurer et gouverner l'abbaye de Saint-Martin de Tournai ; en 1105, il devint évêque de Cambrai (1105-1113).

CORRESPONDANCE

Lille, 21 novembre 1909.

Monsieur le Directeur,

Une faute de ponctuation commise au cours des corrections dans la notice consacrée à de Lapparent (1), *une virgule ajoutée au texte*, étant venue modifier le sens, je viens vous prier de la relever dans la Revue, sur l'observation qui m'en est faite par un sismologue français très distingué.

Le lecteur voudra bien supprimer *la virgule qui se trouve page 25 ligne 24* de ma notice (2). La phrase intéressée s'écrira alors comme il suit : « Il fut des premiers à mettre en évidence les résultats remarquables des recherches modernes relatives aux tremblements de terre établissant l'indépendance absolue de la volcanicité et de la sismicité... etc. », au lieu de : « Il fut des premiers à mettre en évidence les résultats remarquables des recherches modernes relatives aux tremblements de terre, établissant l'indépendance absolue de la volcanicité et de la sismicité... etc. »

Cette ponctuation fautive, introduite lors des corrections, rapporterait en effet à de Lapparent les « recherches modernes », tandis que la rédaction primitive lui attribuait le mérite de les avoir mises en évidence.

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur, les assurances de mes sentiments très distingués.

Ch. Barrois.

(1) Ch. Barrois, *Albert de Lapparent et sa carrière scientifique*. Revue des Quest. scient., livraison du 20 juillet 1909, pp. 9-44.

(2) Page 21, ligne 24 du tiré à part.

BIBLIOGRAPHIE

I

Encyclopédie des sciences mathématiques. Édition française publiée sous la direction de J. Molk. Tome I, volume 1 : fascicules 2, 3, 4 ; volume 3 : fasc. 2 ; vol. 4 : fasc. 2, 3. — Tome II, volume 1 : fasc. 1. — Paris, Gauthier-Villars, et Leipzig, Teubner, 1907-09.

L'édition française de l'*Encyclopédie des sciences mathématiques*, dont les premiers fascicules ont été signalés dans cette Revue (1), s'accroît régulièrement de fascicules nouveaux. Ceux qui ont paru depuis la dernière note ici consacrée à l'Encyclopédie comprennent :

TOME I. Volume 1.

Fascicule 2 : (30 mai 1907). — Nombres irrationnels et notion de limite ; d'après A. Pringsheim (Munich), par J. Molk (Nancy). — Algorithmes illimités ; d'après A. Pringsheim (Munich), par J. Molk (Nancy).

Fascicule 3 : (2 avril 1908). — Nombres complexes ; d'après E. Study (Bonn), par E. Cartan (Nancy). — Algorithmes illimités de nombres complexes ; d'après A. Pringsheim (Munich), par M. Fréchet (Nantes).

Fascicule 4 : (17 août 1909). — Théorie des ensembles ; d'après A. Schoenflies (Königsberg), par R. Baire (Dijon).

Volume 3.

Fascicule 2 : (16 février 1908). — Théorie arithmétique des formes ; d'après K. Th. Vahlen (Greifswald), par E. Cahen (Paris).

(1) Voir les livraisons de juillet 1905 (p. 319), octobre 1906 (p. 603), octobre 1908 (p. 602).

VOLUME 4.

Fascicule 2 : (5 décembre 1908). — Théorie des erreurs ; d'après J. Bauschinger (Berlin), par H. Audoyer (Paris). — Calculs numériques ; d'après R. Mehmke (Stuttgard), par M. d'Ocagne (Paris).

Fascicule 3 : (20 octobre 1909). — Calculs numériques (*suite*). — Statistique ; d'après L. Bortkiewicz (Berlin), par F. Oltramare (Paris).

TOME II. VOLUME 1.

Fascicule 1 : (21 mai 1909). — Principes fondamentaux de la théorie des fonctions ; d'après A. Pringsheim (Munich), par J. Molk (Nancy).

Rappelons que cette édition française dérive de l'édition allemande suivant le mode que voici : les articles de l'édition allemande, revus et au besoin complétés par leurs auteurs, sont non pas strictement traduits, mais, plus exactement « transportés » en français par des spécialistes qui, non seulement, en effectuent la mise au point, d'après les habitudes particulières de la langue, en un exposé qui, de fait, constitue bel et bien une rédaction nouvelle, mais y ajoutent encore d'importants développements dont ils puisent la matière soit dans leur propre fonds d'érudition, soit à diverses sources choisies, cela va sans dire, parmi les plus autorisées. C'est ainsi que, dans les divers articles où la partie historique remonte jusqu'aux temps anciens, la part contributive de M. G. Eneström, dont on sait à cet égard toute la compétence, est de belle ampleur.

Mais, ce qui imprime à cette édition française son caractère d'homogénéité et le cachet de perfection qu'on y découvre jusque dans les moindres détails, c'est, il faut bien le dire, l'intervention exceptionnellement active et efficace de son directeur, M. J. Molk, qui s'est dévoué à cette œuvre avec une ardeur et une abnégation auxquelles on ne saurait jamais trop rendre hommage.

Celui qui trace ces lignes peut se permettre de le proclamer bien haut, étant de ceux qui sous la direction — j'allais presque dire la férule — du savant professeur de l'Université de Nancy, ont eu l'honneur de collaborer à cette œuvre. Une censure impitoyable, étayée de solide érudition, ne faisant grâce d'aucun détail, redressant la moindre négligence, ramène incessamment

dans la voie de la plus stricte rigueur le collaborateur un peu distrait, enclin, par paresse de toujours remonter aux sources, à se contenter de ci de là d'un à peu près. Astreint, par les observations et les demandes dont le directeur crible les successives et nombreuses épreuves qui lui sont renvoyées, à remettre vingt fois sur le métier son ouvrage, le collaborateur, ainsi tenu en haleine, est parfois tenté de maudire un peu un tel excès de scrupules. Toutefois, arrivé au bout de sa tâche, il ne peut que savoir gré à une critique, au reste constamment empreinte de la plus parfaite urbanité, de l'avoir forcé à ne rien livrer aux hasards d'une rédaction un peu hâtive. Jamais, en particulier, croyons-nous, un plus grand souci d'impeccable rigueur n'aura été apporté aux citations bibliographiques qui sont, au reste, d'une incomparable richesse.

Non content, d'ailleurs, de faire bénéficier ses collaborateurs des avertissements d'une méticuleuse critique, M. Molk les encourage à multiplier les additions par lesquelles ils peuvent ajouter un nouvel intérêt à celui déjà très puissant qu'offre l'apport des collaborateurs allemands. Aussi voit-on, au fur et à mesure que progresse l'édition française, s'accroître le nombre des parties entre astérisques qui constituent les acquisitions propres de la version française. Personne, assurément, ne songerait à s'en plaindre.

Dans son ensemble, cette Encyclopédie constituera un impérissable monument élevé à la gloire des sciences mathématiques en ce début de siècle. Les chercheurs de l'avenir pourront y puiser à pleines mains et en toute sûreté. Dans l'ordre des sciences mathématiques, c'est, peut-on dire, l'érudition universelle réduite en un exposé unique où, sur un point quelconque de cet immense domaine, quiconque est assuré de trouver, sur-le-champ, sans avoir à se livrer à aucune recherche, tous les renseignements dont il peut avoir besoin.

Ajoutons que par une sorte de raffinement de rigueur scrupuleuse, M. Molk a ouvert, dans cette édition française, sous forme de feuilles séparées jointes aux fascicules successifs, une *Tribune publique* où tous les lecteurs de l'Encyclopédie sont appelés à faire connaître les rectifications ou additions qu'en dépit du soin exceptionnel apporté à la rédaction ils pourraient avoir l'occasion de signaler.

M. O.

II

Les Notations mathématiques, énumération, choix et usage, par Désiré André. Un vol. grand in-8° de XVIII-501 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1909.

L'algorithme mathématique est une langue merveilleusement adaptée au travail de la pensée en tant qu'elle a pour objet la comparaison des formes et des grandeurs. Le langage ordinaire est trop pauvre et beaucoup trop vague pour se prêter à ce travail. Autant vaudrait s'essayer à parler la musique : les initiés eux-mêmes n'y comprendraient plus rien.

Les signes d'objets ou de quantités quelconques sont les substantifs de cette langue spéciale ; les signes de direction les qualifient ; les signes d'opérations et de groupement les relient entre eux ; les signes de relation donnent le moyen de composer de véritables phrases, brèves, précises et claires ; enfin les signes de coordination — de séparation et de correspondance — permettent d'agencer le discours, de grouper ces phrases avec ordre en distinguant les parties successives en lesquelles se partagent toute démonstration et toute recherche. Nulle langue n'est plus souple ni plus abondamment expressive. Sa puissance de transformation et de prévision est admirable ; elle a des formules pour condenser un nombre immense de résultats et traduire les lois de la nature, et elle possède des symboles qui généralisent ce que le monde réel nous apprend de l'espace et du nombre.

Cette langue est au service d'un mécanisme merveilleux. Il consiste en règles très simples et très nettes qui résument et, pour ainsi parler, emmagasinent en elles une multitude de raisonnements. Dispensant de répéter ces raisonnements à tout propos, elles rendent les calculs infiniment courts et faciles : « C'est facile comme l'algèbre », disait Lagrange ; elles leur donnent en même temps une sûreté qui inspire toute confiance : « Le géomètre, disait Euler, doit se fier au calcul algébrique plus qu'à son propre jugement. »

Sans doute, les mathématiques sont impuissantes à nous révéler une vérité nouvelle ; mais elles peuvent aider à la pressentir grâce à leur aptitude, que ne possède au même degré aucun autre langage, à exprimer les rapports les plus délicats, les plus féconds et les plus précis qu'ont entre elles les vérités connues.

On conçoit dès lors que leurs adeptes s'attachent à embellir

leur langue et « la traitent, selon l'expression de M. Poincaré, en objet d'art ». — « L'algèbre, comme toutes les langues, disait J. Bertrand, dans son discours prononcé aux funérailles de Lamé, a ses grands écrivains qui savent marquer tous les sujets à l'empreinte de leur génie. » Entre beaucoup d'autres, il faut citer Lagrange ; que de fois on s'est plu à célébrer la perfection de son *style* mathématique ! « Pures et faciles comme les vers de Racine, écrit Élie de Beaumont dans l'éloge de Legendre, les formules de Lagrange ont augmenté le nombre des adeptes de la Science, en même temps qu'elles ont facilité leurs travaux. »

Mais pour qu'un mémoire mathématique soit aussi une œuvre d'art où se reflète la beauté harmonieuse des formes et des nombres, il faut que la langue y soit maniée avec une impeccable correction et une extrême habileté. Le talent naturel n'y suffit pas ; il faut y joindre la science des notations et l'art de s'en servir.

L'ouvrage de M. D. André n'est pas un simple recueil de ces notations avec leur explication ; il n'a rien d'un méchant lexique où l'on juxtapose à une liste de mots grecs une liste de mots français qui ont la prétention d'en être la traduction. Il est, de la langue mathématique, un *Dictionnaire* excellent où toutes les notations ont leur histoire, brièvement rappelée, et leur signification, leur valeur, leurs acceptions variées déterminées avec toute la précision et la clarté possibles. Il en est aussi la *Grammaire* et même la *Rhétorique*. En nous donnant les règles simples et nettes qui doivent présider au choix et à l'usage de ces notations pour en respecter la vérité et mettre à profit leur aptitude à exprimer toutes les nuances de la pensée : la nature des objets étudiés, leurs propriétés, leurs analogies, leurs différences, leurs rapports, les divers modes de classification dont ils sont susceptibles ; et en multipliant les exemples propres à mettre en lumière l'esprit de ces règles et leur exacte signification, l'auteur nous apprend non seulement l'art d'écrire correctement, mais aussi l'art de bien écrire.

Comme son titre l'indique, l'ouvrage se compose de trois parties. La première, intitulée *Énumération*, est entièrement consacrée à la science des notations ou signes mathématiques actuellement en usage. Elle en est pour ainsi dire l'inventaire détaillé et expliqué. On y considère d'abord les signes des nombres ou quantités : nombres entiers, nombres fractionnaires, quantités déterminées, nombres ou quantités indéterminées. Viennent ensuite les signes de calcul : signes d'opérations, de

coordination, de fonctions, de relations. On passe de là aux notations particulières de la Géométrie pure, de la Géométrie analytique et des Mathématiques appliquées. Enfin viennent les signes de rédaction, c'est-à-dire ceux qui servent, dans toutes les parties de la science, au bon agencement des Ouvrages ou Mémoires, à leur distribution et à leur disposition.

La seconde partie traite du *Choix* des notations. On y fait connaître les règles à suivre, un système d'objets étant donné, pour le représenter par le système de signes le meilleur possible. On y énumère d'abord les conditions auxquelles, pour être excellents, les signes doivent satisfaire : netteté, précision, rappel des propriétés de l'objet, rappel des rapports entre les objets. On montre ensuite la façon de choisir les signes généraux et les signes des quantités mesurées. On examine les cas simples où les objets, en nombre soit déterminé, soit indéterminé, sont tous d'une même sorte. On passe de là aux objets de deux sortes et aux correspondances qui peuvent exister entre eux ; puis aux objets de plus de deux sortes et, enfin, à certains cas singuliers, où il est souvent impossible d'obtenir des signes excellents.

Les signes des objets une fois choisis, il convient de les employer de la façon la plus avantageuse. C'est à enseigner la manière de s'en servir très bien qu'est consacrée entièrement la troisième et dernière partie de l'ouvrage, qui a pour titre *Usage* des notations. Il y est question d'abord de l'assemblage des signes choisis : écriture des expressions, expressions mal écrites, structure des expressions, expressions abrégées ou condensées, notations particulières. On aborde ensuite la comparaison des expressions entre elles : relations, relations continues, systèmes d'équations. Enfin on étudie la manière dont il convient de s'inspirer des notations pour bien utiliser le mécanisme algébrique : notations initiales des problèmes, mise en équations, direction des calculs, vérifications.

A la première page de son livre et comme second épigraphe — le premier est le passage que nous avons cité du discours de J. Bertrand aux funérailles de Lamé — l'auteur a inscrit cet en-tête de chapitre emprunté au célèbre médecin Stoll : « *De quibusdam magni momenti minutiis.* » Il répond ainsi d'avance à ce reproche que pourrait suggérer une lecture superficielle de plusieurs de ces critiques : quelques-unes des fautes qui y sont condamnées paraissent bien légères, pour ne pas dire insignifiantes, et indignes de retenir l'attention. — Il est vrai que certaines observations rappellent les minuties où se complaisent

parfois les grammairiens ; mais toutes ces minuties ne sont pas des vétilles, non plus que les subtilités des logiciens : elles ont leur importance dès lors qu'elles tendent — et c'est ici le cas — à rendre l'écriture excellente et le langage plus rigoureux.

Tous les mathématiciens liront avec intérêt cet excellent ouvrage, et il en est peu, croyons-nous, qui ne trouveront rien à utiliser parmi tant d'observations très justes et trop souvent méconnues. Nous souhaiterions surtout qu'il fût lu et mis à profit par les professeurs de l'enseignement moyen. Il importe qu'ils ne tolèrent pas que leurs élèves jargonnent au tableau et rédigent leurs devoirs en nègre ; or l'exemple est la meilleure leçon de langage correct et de rédaction soignée. Il importe aussi qu'ils leur façonnent la main à la *calligraphie* et à l'*orthographe mathématiques*, et qu'ils leur fassent prendre des habitudes d'*ordre* dans la disposition et le développement d'un calcul ; le superflu est ici chose nécessaire, car la moindre négligence peut être une source d'erreurs qui enlèvent au travail toute sa valeur. D'ailleurs, sous prétexte de gagner du temps en négligeant les détails matériels, on s'expose à le gaspiller dans des recommencements sans fin ou des vérifications que le gâchis où l'on s'est mis rend à peu près impraticables.

T. J.

III

Festschrift Moritz Cantor anlässlich seines achtzigsten Geburtstages gewidmet von Freunden und Verehren herausgegeben von Siegmund Günther u. Karl Sudhoff namens der Leitung und des Verlags des « Archivs für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik » (1). Un vol. in-8° de viii-204 pages. — Leipzig, F.-C.-W. Vogel, 1909.

M. Maurice Cantor, l'éminent historien des mathématiques, est né à Mannheim, le 23 août 1829. Un groupe d'amis et d'admirateurs n'a pas cru pouvoir laisser passer le 80e anniversaire de la naissance de l'illustre maître, sans lui présenter l'hommage

(1) Ce volume est une espèce de tiré à part. Les articles du *Festschrift* ont paru en septembre 1909 dans l'Archiv für Geschichte der Wissenschaften und der Technik, dont ils forment les 5e et 6e livraisons du premier volume.

de leurs félicitations. Se faisant l'interprète des sentiments de tous, M. Siegmund Günther se rendit à Heidelberg, le 23 août dernier, chez le vénérable jubilaire, pour lui offrir un recueil de travaux sur l'histoire des mathématiques écrits spécialement pour la circonstance. Nous nous proposons de l'analyser ici.

Le comité organisateur avait prié les auteurs d'être brefs et de ne pas dépasser notablement huit pages d'impression. Il leur laissait peu de temps ; quelques semaines au plus. Mais, d'autre part, il s'adressait à des hommes à qui l'histoire des mathématiques est familière.

Ces circonstances donnent au *Festschrift Moritz Cantor* son cachet propre. Il ne faudrait pas y chercher de grands travaux, comme on aurait pu espérer en obtenir en acceptant des mémoires de plus longue haleine. Les questions résolues ont, pour la plupart, une importance un peu secondaire. Mais le volume est très varié ; les sujets sont traités par des hommes ayant presque tous une compétence spéciale pour les écrire ; l'ensemble, en un mot, est fort intéressant.

Les articles au nombre de 22 sont écrits en quatre langues, 15 en allemand, 2 en anglais, 2 en italien et 3 en français. On était un peu pressé par le temps ; aussi, sans les classer, les a-t-on imprimés dans l'ordre des dates où ils sont parvenus à l'éditeur. En voici la liste. Pour plusieurs d'entre eux je me contenterai de transcrire ou de traduire le titre ; j'ajouterai à quelques autres un mot d'explication.

Les courbes variées chez Daniel Bernoulli et Léonard Euler, par Paul Stäckel, à Carlsruhe.

Un ancien traité d'algorisme anglais, par David Eugène Smith, à New-York. Alexandre de Villa Dei ou de Ville Dieu, écrivit vers 1250 le *Carmen de Algorismo*, petit traité des opérations fondamentales de l'arithmétique, rédigé en vers latins et publié pour la première fois en 1829 à Londres, par Halliwell, dans ses *Rara Mathematica*. Le traité d'algorisme signalé par M. Smith est une traduction anglaise de ce *Carmen*, traduction faite, bien entendu, à la manière du temps et prenant quelque peu l'allure d'un commentaire. C'est probablement le plus ancien traité d'algorisme écrit en anglais. M. Smith le publie d'après un manuscrit du British Museum (Egerton 2622) datant de 1300 environ. Le texte est accompagné de la reproduction en fac-simile de deux pages du manuscrit original. Il est intéressant de comparer à l'article actuel de M. Smith une étude analogue de M. Victor Mortet : *Le plus ancien traité français d'algorisme*

(Bibliotheca Mathematica, 3e série, t. 9. Leipzig, 1908-09, pp. 55-64).

Les idées des Arabes sur la figure de la Terre, par Eilhard Wiedemann, à Erlangen. Publication de divers fragments de textes qui viennent compléter un chapitre des *Studien zur Geschichte der mathematischen und physikalischen Geographie*, par M. S. Günther (t. 2, Halle, 1877).

Sur quelques postulats d'Archimède, par H.-G. Zeuthen, à Copenhague. En quel sens Archimède emploie-t-il la proposition : La ligne droite est la plus courte entre deux points ? Est-ce comme définition de la ligne droite, ou comme un postulat distinct de la définition ? Legendre et aujourd'hui encore bien des auteurs français définissent par cette propriété la ligne droite. M. Zeuthen s'attache à démontrer qu'en agissant ainsi ils ne peuvent pas se réclamer de l'autorité d'Archimède. Le géomètre grec *postule* le principe, mais ne le prend pas comme définition de la droite.

Lettre inédite d'Antoine Thomas, S. J., datée de Péking le 8 septembre 1688, par H. Bosmans à Bruxelles. Dans cette lettre, Thomas raconte au P. Jean Van Riest, provincial de la province de Gaule-Belgique de la Compagnie de Jésus, les funérailles du P. Ferdinand Verbiest, directeur de l'Observatoire impérial de Péking ; sa propre nomination et celle de son collègue le P. Pereyra, comme successeurs intérimaires de Verbiest en attendant l'arrivée du successeur titulaire, le P. Grimaldi ; leurs premiers travaux à l'Observatoire, etc. La lettre autographe originale appartient à la Bibliothèque des Bollandistes. Il n'est peut-être pas inopportun de le rappeler au lecteur belge, Antoine Thomas était Namurois. Bien plus oublié dans sa patrie que Verbiest, le rôle qu'il joua à Péking fut au moins aussi considérable.

Pour l'histoire de la Géométrie descriptive : T. Olivier, par Gino Loria à Gênes. Bibliographie de l'œuvre de T. Olivier comprenant 44 numéros. Analyse de son *Cours de géométrie descriptive*, qui parut à Paris en 2 vol. in-4°, une première fois, en 1844 ; puis, une deuxième fois, en 1854, un peu après la mort de l'auteur (3 août 1853). Examen des autres travaux d'Olivier relatifs à la Géométrie descriptive, notamment : *Développements de géométrie descriptive* (Paris, 1843) ; *Compléments de géométrie descriptive* (Paris, 1845) ; *Application de la géométrie descriptive aux ombres, à la perspective, à la gnomonique et aux engrenages* (Paris, 1847). Olivier est long et diffus. Son mérite principal est

d'avoir su appeler l'attention sur la méthode des changements de plans de projection.

L'histoire de la physique considérée au point de vue des instruments et des appareils, par E. Gerland, à Clausthal.

La Bibliothèque Germanique, *le* Journal littéraire d'Allemagne *et la* Nouvelle Bibliothèque Germanique, *au point de vue de l'histoire des mathématiques au XVIIIe siècle*, par Félix Müller, à Loschwitz. Courte notice historique de ces trois publications périodiques et liste complète des articles relatifs aux mathématiques qui y ont paru.

Sur la règle à calcul à coulisse, par Florian Cajori, à Colorado Springs (Colorado, États-Unis d'Amérique).

Le système des sphères homocentriques comme origine du système des épicycles, par Paul Mansion, à Gand. Le système des sphères homocentriques d'Eudoxe est, au fond, un système d'épicycles sur une sphère. Il a donc pu être le point de départ qui a conduit Apollonius ou Hipparque au système d'épicycles que l'on trouve dans l'*Almageste*. Le but de l'auteur n'est pas de prouver qu'il en a historiquement été ainsi ; mais bien de démontrer qu'au point de vue purement géométrique, il a pu en être ainsi.

A propos du φιλοτέχνης *de Jordan de Nemore*, par Pierre Duhem, à Bordeaux. Complément d'un article paru en 1905, dans la Bibliotheca Mathematica (3e sér., t. 5, pp. 321-328) sous le titre de : *Un ouvrage perdu cité par Jordan de Nemore, le Philotechnes*. « On peut espérer, disait alors M. Duhem, que le *Philotechnes* n'est pas perdu, mais qu'il est représenté par quelqu'une des nombreuses *Practica Geometriae* dont on possède le manuscrit. » Cette identification, l'auteur pense être aujourd'hui en état de la donner. Le *Philotechnes* serait le *Liber Jordani de Triangulis*.

Les traductions latines médiévales d'ouvrages grecs relatifs aux mathématiques, par Axel Anthon Björnbo, à Copenhague. Les géomètres grecs connus au moyen âge ne le furent d'ordinaire pas par leurs œuvres originales, mais uniquement par des traductions latines faites elles-mêmes sur des versions arabes. Il y eut cependant quelques exceptions. M. Björnbo nous donne la liste des manuscrits qui renferment des traductions faites directement sur le grec.

Une lettre de Régiomontan au cardinal Bessarion, par Karl Bopp, à Heidelberg. Réédition et commentaire d'une pièce publiée déjà plusieurs fois et malgré cela fort rare. M. Bopp s'est

inspiré de l'exemple de Curtze qui n'a pas hésité à rééditer, dans ses *Urkunden zur Geschichte der Mathematik im Mittelalter und Renaissance*, la correspondance de Régiomontan avec Bianchini, Jean de Spire et Christian Roder (Leipzig, Teubner, 1902, pp. 185-336).

Les débuts de la Physique mathématique, par Arthur Erick Haas, à Vienne.

Sur le « Liber geeponicus » attribué à Héron, par J.-L. Heiberg, à Copenhague. Dans ses *Heronis Alexandrini Geometricorum et Stereometricorum reliquiae* publiées à Berlin, en 1864, Fr. Hultsch a donné sous le nom de *liber geeponicus* (littéralement, livre d'agronomie) un traité qui, d'après M. Heiberg, ne saurait être attribué au géomètre grec.

Le Traité des miroirs du pseudo-Euclide, par Sébastien Vogl, à Munich. Le *Traité des miroirs* était connu par les scolastiques du moyen âge, notamment par Roger Bacon, Albert le Grand et Vincent de Beauvais. Ils le croyaient d'Euclide. En fait, c'était probablement une simple traduction d'un ouvrage arabe due à Gérard de Crémone ou à son école. Chose surprenante, jusqu'ici le *Traité* n'avait encore jamais été publié. M. Vogl nous le donne en y joignant un commentaire. Le *Traité* comprend 15 propositions.

Les « Éléments de Géométrie » du P. J.-G. Pardies, par H. Wieleitner, à Spire. Ce petit volume parut pour la première fois, chez Cramoisi, à Paris, en 1671. Il est divisé en neuf livres, dont M. Wieleitner donne l'analyse. Le P. Pardies s'écarte franchement d'Euclide. En cela il s'inspire, peut-être, de la *Logique ou l'Art de penser* et surtout des *Nouveaux Éléments de Géométrie,* d'Antoine Arnaud. A son analyse, M. Wieleitner ajoute une bibliographie. Elle exige une critique. Le P. Pardies est jésuite et M. Wieleitner semble ignorer l'existence de la *Bibliothèque de la Compagnie de Jésus*, par les PP. De Backer et Sommervogel. Il est bien difficile cependant de faire la bibliographie d'un jésuite sans recourir à ce grand ouvrage. Celle du P. Pardies par M. Wieleitner est, en tout cas, à corriger.

A propos de la découverte des taches du Soleil, par M. Émile Wohlwill, à Hambourg. Article où l'auteur étudie principalement l'*Astrologia sacra* du P. Tanner, S. J.

Les six premiers chapitres de l'« Institution Arithmétique », de Nicomaque, par M. Max Simon, à Strasbourg.

Lettre inédite de Galilée concernant le personnage de Simplicius des « Massimi Sistemi », par Antonio Favaro, à Padoue.

Datée d'Arcetri le 26 juillet 1636, elle est adressée au cardinal Antoine Barberini. L'autographe original se trouve à la Bibliothèque Barberini.

Les ἰατρομαθηματικά, *d'après les Papyrus*, par M. Karl Sudhoff de Leipzig. Les « iatromathématiques » sont le titre d'un livre qui, traduit littéralement, signifie « médecines mathématiques ». Il s'agit en réalité de médecine astrologique.

Les travaux d'Euler relatifs à la géographie mathématique et physique, par Siegmund Günther, à Munich.

Le volume se termine par une table des noms propres.

H. Bosmans, S. J.

IV

Führer durch die mathematische Literatur, mit besonderer Berücksichtigung der historisch wichtigen Schriften, von Felix Müller. Un vol. in-8° de x-252 pages (1). — Leipzig und Berlin, Druck und Verlag von B.-G. Teubner, 1909.

Comment caractériser en quelques lignes le *Guide* de M. Félix Müller ? La chose est malaisée. Le *Guide*, nous dit l'auteur, ne prétend pas tenir lieu d'une bibliographie des mathématiques. En effet le *Guide* ne nous donne qu'un choix d'ouvrages, tandis qu'une bibliographie doit être complète. D'autre part, un bibliographe n'a pas pour but principal de se prononcer sur la valeur intrinsèque des ouvrages ; or c'est là précisément le but visé par M. Müller. Il voudrait être, dit-il, un mentor sûr et éclairé ; faire un choix judicieux dans le dédale des ouvrages consacrés aux mathématiques. S'adressant aux étudiants, et même aux professeurs parfois obligés par les circonstances d'étudier sans maîtres, il leur tend pour ainsi dire la main, leur indiquant pour chaque branche des mathématiques les ouvrages importants de manière à leur épargner les lectures inutiles et les recherches pénibles.

Excellente intention ! Mais l'exécution est-elle parfaite ? Nous n'oserions l'affirmer. On éprouve un sentiment d'incrédulité et

(1) Cet ouvrage forme le tome XXVII des Abhandlungen zur Geschichte der Mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen, begründet von Moritz Cantor.

de surprise en lisant l'auteur nous exposer ses vues dans la préface. Et tout d'abord une pareille entreprise est-elle possible pour un seul homme ? Malgré une dépense de travail colossale, n'est-elle pas nécessairement condamnée à demeurer dans la médiocrité ? Quelles que soient sa puissance de lecture, sa patience, sa ténacité, aucun savant n'est capable de se faire par lui-même une opinion sur le nombre formidable d'ouvrages cités dans le *Guide*. Il recourra donc à des renseignements de seconde, peut-être même de troisième main. Mais quelle est alors leur valeur ? On se fierait à un géomètre de l'autorité de M. Félix Müller, s'il nous disait : croyez-moi, j'ai lu l'ouvrage. On ne sait plus à quoi s'en tenir, quand il nous donne un simple titre.

Voici un exemple entre bien d'autres, car je n'ai pas l'embarras du choix ; il précisera ma pensée. Je lis à la page 69 :

Simon Stevin. *La disme enseignant facilement expédier par nombres entiers sans rompre tous comptes se rencontrant aux affaires des hommes.* Leyden 1585, 7 S. fol.

Eh bien ! voici le titre vrai de l'ouvrage :

De Thiende Leerende door ongehoorde lichticheyt allen rekeninghen onder den Menschen noodich vallende, afreerdighen door heele ghetalen sonder ghebrokenen. Beschreven door Simon Stevin van Brugghe. Tot Leyden, By Christoffel Plantijn, M.D.LXXXV.

C'est un volume non pas de 7 pages in-folio, mais de 36 pages in-8°. J'en connais un unique exemplaire ; l'un des joyaux de la Bibliothèque Plantinienne, à Anvers. Il serait malaisé, je crois, d'en trouver un second dans les bibliothèques belges. Parlons sérieusement, est-ce là l'ouvrage à indiquer aux étudiants et aux jeunes professeurs qui veulent étudier sans maître ? Mieux informé, M. Müller leur aurait dit : *La disme* etc., forme la 7e distinction de la seconde partie de la *Pratique d'Arithmétique de Simon Stevin de Bruges.* A Leyde, En l'Imprimerie de Christophle Plantin. CIↃ.CI.LXXXV. Quant à cette *Pratique d'Arithmétique* (1), elle n'est, elle-même, que le tome II d'un autre ouvrage beaucoup moins rare, cette fois que la *Thiende :*

L'Arithmetique De Simon Stevin De Bruges : contenant les computations des nombres Arithmetiques ou vulgaires. Aussi l'Algebre de Diophante d'Alexandrie, maintenant premièrement traduict en François. Encore vn liure particulier de la Pratique

(1) A propos d'un autre sujet, M. Müller cite l'ouvrage de Stevin sous ce titre, à la page 71.

d'Arithmetique, contenant entre autres, Les Tables d'Interest, La Disme, Et vn traicté des Incommensurables grandeurs : Auec l'Explication du Dixiesme Livre d'Euclide. A Leyde. De l'Imprimerie de Christophle Plantin. CIↃ.IC.LXXXV, in-8°.

Mais s'adressant à des étudiants auxquels on veut épargner les recherches longues et pénibles, n'aurait-il pas fallu leur signaler ici tout d'abord, les *Œuvres Mathématiques de Simon Stevin de Bruges*, éditées en 1634, à Leyde, chez les Elzevier, par Albert Girard ? On les rencontre partout.

Encore une fois, ceci est un simple exemple pour montrer le danger des renseignements de seconde main. Or, dans le *Guide* de M. Müller, rien ne les distingue des autres. Pourquoi ne pas les avoir marqués d'un astérisque ou d'un signe quelconque ? Le lecteur eût su à quoi s'en tenir, et la valeur du *Guide* eût été doublée.

Mais assez de critiques.

Il me fallait bien commencer par signaler le défaut inhérent presque fatalement, je le crains, à toute entreprise du genre de celle de M. Müller. Que si on en admet cependant le principe, je ne ferai aucune difficulté de le reconnaître, le *Führer durch die mathematische Literatur* est en progrès très notable sur plusieurs essais bibliographiques récents auxquels il est assez naturel de le comparer. L'auteur a notamment fait un effort sérieux et des plus méritoires pour transcrire correctement les titres des ouvrages et des articles. Il faut l'en féliciter. Aussi, employé avec circonspection et prudence, le *Guide* pourra-t-il rendre grand service. Il ne me coûte pas de l'avouer, j'en ai déjà fait, en plus d'une occasion, l'expérience personnelle.

Autre qualité : les renseignements contenus dans le *Guide* s'étendent à des sujets très divers. Pour en faire apprécier la richesse et la variété, je m'étais d'abord proposé de traduire en entier la Table des matières ; mais c'eût été dépasser les bornes d'un simple compte rendu. Force m'est donc de me limiter aux grandes divisions de l'ouvrage.

1re Partie. — *Histoire des mathématiques. Encyclopédies.* — 1e section, Ouvrages consacrés à l'histoire des mathématiques. — 2e section, Biographies. — 3e section, Œuvres complètes des mathématiciens. Éditions des classiques. — 4e section, Publications périodiques consacrées aux mathématiques. — 5e section, Ouvrages bibliographiques relatifs aux mathématiques. — 6e section, Encyclopédies. Formulaires. Résumés, etc.

2e Partie. — *Philosophie. Pédagogie. Algèbre. Arithmétique.*

— 1e section, Philosophie des mathématiques. — 2e section, Enseignement mathématique. — 3e section, Algèbre. Ch. 1, Algèbre « formelle ». Chap. 2, Manuels d'Algèbre. Chap. 3, Théorie des équations algébriques. Chap. 4, Élimination. Substitution. Théorie des groupes. Ch. 5, Déterminants. Ch. 6, Formes algébriques. — 4e section, Arithmétique. Ch. 1, Arithmétique élémentaire. Ch. 2, Arithmétique supérieure. Théorie des nombres. — 5e section, Analyse élémentaire. Ch. 1, Combinaisons. Ch. 2, Probabilités. Méthode des moindres carrés. Ch. 3, Séries et interpolation. Ch. 4, Fractions continues. — 6e section, Analyse supérieure. *A*. Analyse infinitésimale. Ch. 1, Généralités. Ch. 2, Calcul différentiel et calcul des différences. Ch. 3, Calcul intégral. Ch. 4, Équations différentielles. Ch. 5, Calcul des variations. *B*. Théorie des fonctions. Ch. 1, Généralités. Ch. 2, Fonctions élémentaires particulières. Ch. 3, Fonctions elliptiques. Ch. 4, Fonctions hyperelliptiques et fonctions abéliennes. Ch. 5, Fonctions sphériques et autres fonctions qui s'y rattachent.

3e Partie. — *Géométrie*. 1e section, Géométrie élémentaire et géométrie descriptive. Chap. 1, Fondements de la géométrie. Ch. 2, Géométrie plane élémentaire. Ch. 3, Trigonométrie plane et trigonométrie sphérique. Ch. 4, Géométrie de situation. Topologie. Cristallographie. Ch. 5, Stéréométrie. Ch. 6, Géométrie descriptive. — 2e section, Géométrie supérieure. Ch. 1, Généralités sur la géométrie analytique. Ch. 2, Généralités sur la géométrie synthétique. Ch. 3, Généralités sur la géométrie infinitésimale. Ch. 4, Géométrie plane supérieure. Ch. 5, Géométrie supérieure de l'espace. Ch. 6, Géométrie numérative (théorie des caractéristiques). Ch. 7, Géométrie réglée. Ch. 8, Transformation. Représentation. Corrélation. Liaison (Verwandtschaft). Ch. 9, Géométrie à n dimensions. Ch. 10, Géométrie cinématique.

A la fin de l'ouvrage, l'auteur nous donne deux tables alphabétiques, l'une par ordre des matières, l'autre des noms propres.

H. Bosmans, S. J.

V

Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, unter Mitwirkung der Herren... (liste des 68 collaborateurs), herausgegeben von Karl von Buchka, Berlin ; Her-

MANN STADLER, München ; KARL SUDHOFF, Leipzig. Erster Band. Un vol. in-8° de v-504 pages. — Leipzig, F.-C.-W. Vogel, 1909.

Le *Festschrift Moritz Cantor*, dont nous venons de rendre compte (III), forme la 5e et la 6e livraison du 1er volume de ce nouveau recueil périodique. Il n'en exprime pas très fidèlement le caractère. Dans un avis imprimé sur la couverture, les éditeurs croient même devoir le faire remarquer aux abonnés. Le *Festschrift* a été écrit pour une circonstance exceptionnelle et fait songer à une livraison double de la BIBLIOTHECA MATHEMATICA. Or le but des fondateurs de l'ARCHIV n'a pas été de créer un concurrent à la revue de M. Eneström. Il leur a semblé au contraire que, celle-ci se limitant à l'histoire des sciences mathématiques proprement dites, il fallait la lui laisser ; mais ils ont voulu fonder une publication du même genre pour l'histoire des sciences naturelles, et pour celle de l'industrie considérée, non au point de vue économique ou commercial, mais au point de vue technique.

L'histoire de la physique, de la chimie et des autres sciences naturelles est bien moins connue que celle des mathématiques ou de l'astronomie. A quoi l'attribuer ?

Peut-être uniquement à ce fait que, pour bien écrire l'histoire, il faut être à une certaine distance des événements. Or les sciences naturelles sont toutes, semble-t-il, de création récente.

En y regardant de près, on s'aperçoit qu'il n'en est cependant pas ainsi. Les alchimistes de l'antiquité et du moyen âge furent les ancêtres de nos chimistes. L'étude des vertus médicinales des plantes a été de toutes les époques. Nous pourrions multiplier les exemples. En fondant un recueil réservé à l'histoire des sciences, MM. Buchka, Stadler et Sudhoff ont donc eu une idée heureuse, appelée à un grand succès.

A l'exemple de la BIBLIOTHECA MATHEMATICA, l'ARCHIV admet des articles dans les quatre langues allemande, anglaise, italienne et française. En réalité, l'allemand y domine jusqu'ici d'une manière à peu près exclusive.

La REVUE paraît par livraisons séparées dont six forment un volume du prix de 20 marks. Les éditeurs se proposent, croyons-nous, de donner à peu près un volume par an.

Nous ne reviendrons évidemment pas sur les articles du *M. Cantor-Festschrift ;* mais voici la traduction du titre de ceux qui ont paru dans les quatre premières livraisons de l'ARCHIV.

Le programme de la Revue, par Karl von Buchka.

Sur les moyens de faciliter et de diriger l'étude de l'Histoire des mathématiques. Communication faite au IVe Congrès des mathématiciens (Rome, avril 1908), par Gino Loria. En français. J'ai rendu compte ici de ce travail, dans mon dernier BULLETIN D'HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES (octobre 1909).

Les fondements de la dynamique des anciens, par Arthur Erich Haas. Il s'agit de la dynamique des Grecs.

Le développement historique des concepts de « poids » et de « masse », par G. Vailati. En italien.

Les sources de « Macer Floridus », par H. Stadler. Le *Macer Floridus de Viribus herbarum* est un traité du moyen âge sur les vertus médicinales des plantes. Il est écrit en vers hexamètres.

La détermination de la grandeur de la Terre, chez Al Bérouni, par Eilhard Wiedemann.

Histoire de l'exploitation de l'or dans l'Alaska, par Hugo Erdmann.

L'influence des idées de Berzelius et de Liebig sur le développement de la chimie, par E. V. Meyer.

La chimie d'après le « Papyrus Ebers », par Edmond O. von Lippman. Ce papyrus célèbre se trouve à la Bibliothèque de l'Université de Leipzig et date, croit-on, du XVe siècle avant Jésus-Christ.

L'encre des anciens. Conférence faite le 12 décembre 1908, devant la Société des sciences naturelles de Rostock, par Rudolf Kobert, président de la Société.

Le géographe arabe Edrisi et son éditeur maronite, par S. Günther.

Contribution à l'histoire de l'émail et de l'industrie moderne des émaux, par Jules Grünwald.

Reichenbach, considéré comme observateur, par A. Bauer.

Un jubilé de la photographie, par Lüdwig W. Günther.

Alfred Krupp et la découverte de l'acier fondu, par F. M. Feldhaus.

Pour l'histoire de l'art de prendre des empreintes et la physiotypie, par Hermann Schelenz. Avec 6 planches hors texte.

L'anthropologie dans la « Physique » de Jean Amos Comenius (1592-1670), par Franz Strunz.

Notice sur Archibald Scott Couper, par Richard Anschütz. Avec le portrait de Couper hors texte.

Pour l'histoire de l'industrie de l'étamage, par Jules Grünwald.

Le mémoire de Liebig intitulé : « De l'état de la chimie en

Prusse » (Der Zustand der Chemie in Preussen), par Karl von Buchka. Ce mémoire parut, en 1840, dans le tome 34 des Annalen der Chemie und Pharmacie.

Euricius Cordus et son « Botanologicon, Cologne 1534 » par D. F. W. E. Roth.

Le botaniste Zacharie Rosenbach, 1611-1638, par D. F. W. E. Roth.

Petite contribution à l'histoire des connaissances chimiques des anciens Grecs, par O. A. Rhonsopoulos.

Outre ces articles qui ont tous une certaine étendue, chaque livraison contient encore, sous le titre général de *Kleinere Mitteilungen*, des notices et des remarques de moindre importance.

Le volume se termine par la liste des noms propres cités.

H. Bosmans, S. J.

VI

Les observations méridiennes, théorie et pratique, par F. Boquet, docteur ès sciences mathématiques, astronome de l'Observatoire de Paris. Deux volumes. — Paris, Octave Doin et fils, éditeurs, 1909.

L'ouvrage de M. F. Boquet fait partie de l'*Encyclopédie scientifique* publiée sous la direction du Dr Toulouse. Le premier volume s'occupe des instruments et des méthodes d'observation, le second des corrections instrumentales et équations personnelles.

Le tome I est divisé en trois parties, savoir : 1° Notions préliminaires, 2° *Livre I* relatif à la lunette méridienne, 3° *Livre II* traitant du cercle méridien.

Dans la partie intitulée *Notions préliminaires*, l'auteur expose les notions astronomiques élémentaires indispensables pour l'intelligence de l'ouvrage proprement dit.

Le livre I est divisé en cinq chapitres étudiant respectivement la lunette méridienne dans tous ses détails, les horloges et chronomètres, les appareils enregistreurs, les accessoires et les procédés d'observation.

Le livre II est consacré à l'étude du cercle méridien. La lunette, les horloges et chronomètres et les appareils enregistreurs ne sont plus étudiés dans le Livre II, puisque l'auteur a

épuisé ce sujet dans le Livre I. Il se borne à décrire dans le chapitre I, le cercle proprement dit; dans le chapitre II, les accessoires propres au cercle méridien ; dans le chapitre III, l'observation des astres en distance polaire, déclinaison ou distance zénithale.

Le tome second s'occupe des corrections instrumentales et équations personnelles.

Nous avons essayé de résumer ce tome en quelques lignes, mais nous n'y sommes pas parvenu. *Tout* ce qui concerne les corrections instrumentales et équations personnelles se trouve dans l'ouvrage de M. Boquet, rien n'a été oublié.

Nous avons surtout lu avec plaisir les lignes que l'auteur a consacrées à un sujet dont nous nous sommes occupé depuis longtemps : le réglage du niveau à bulle (n° 90, p. 34). M. Boquet fait remarquer avec raison que, pour avoir un niveau bien réglé, il faut qu'en faisant tourner l'instrument autour de l'axe des tourillons les extrémités de la bulle restent aux mêmes points de la graduation.

Comme appréciation d'ensemble, voici notre avis.

L'ouvrage de M. Boquet est un livre de haute vulgarisation. Il n'est donc pas suffisant pour celui qui aspire à une connaissance complète et approfondie des observations méridiennes, et notamment pour nos étudiants du Doctorat en sciences physiques et mathématiques. Mais il contient une foule de détails intéressants que l'on est forcé de passer sous silence, faute de temps, dans l'enseignement universitaire. A ce titre nous le considérons, non seulement comme un livre utile, mais comme le complément indispensable de l'exposé didactique usuel des observations méridiennes.

Éd. Goedseels.

VII

Calixte III et la Comète de Halley, par J. Stein, S. J., docteur ès sciences *(Specola Astronomica vaticana, II)*. Un fascicule, in-4° de 41 pages. — Roma, Tipografia poliglotta vaticana, 1909.

Les lecteurs de la Revue connaissent la légende de l'excommunication de la comète de Halley par Calixte III, et savent ce

qu'il faut en penser (1). Ils trouveront dans le mémoire du P. Stein une confirmation magistrale des conclusions que nous avions formulées. Ce mémoire, paru après notre article, en est absolument indépendant ; il est aussi plus solide et plus complet, l'auteur ayant pu donner pour base à sa démonstration les Archives du Vatican et ayant étendu ses recherches à un plus grand nombre d'historiens et de chroniqueurs contemporains que nous l'avions fait. Nous n'hésitons pas à affirmer que le travail du P. Stein épuise le sujet : la démonstration de la fausseté de la légende y est péremptoire, et pleine lumière y est faite sur les origines et le développement de cette fable. La cause est jugée ; la mauvaise foi seule pourrait en appeler.

Voici un aperçu des pièces du procès :

1. Les *Regesti* des Papes sont conservés, aux Archives du Vatican, dans les registres *authentiques* manuscrits, où l'on transcrivait le texte des bulles, brefs, réponses aux suppliques etc., avant que les copies fussent expédiées à leur destination. Cent et un volumes in-folio de ces *Regesti* se rapportent au pontificat de Calixte III (1455-1458) : « *Aucune des pièces qui le composent ne fait la moindre allusion à la comète de Halley.* »

2. Dans la bulle authentique du 29 juin 1456, qui se trouve parmi ces actes officiels et dont le texte est bien identique à celui que Raynald a publié dans les ANNALES ECCLESIASTICI, le Pape, pour implorer le secours de Dieu *contre les Turcs*, décrète des processions solennelles et ordonne des prières dont on doit donner le signal vers midi par le son des cloches.

3. Cette bulle fut promulguée peu de semaines après l'apparition de la comète de Halley, alors que les astrologues avaient déjà publié de leur côté leurs sinistres prévisions ; et, dans la ville de Rome, la première des processions ordonnées par la bulle, eut lieu le 4 juillet, tandis que la comète était encore visible.

4. Ces ordonnances religieuses du Pape *n'ont aucune relation avec l'apparition du météore*. Les témoignages des auteurs contemporains à la tête desquels se place S. Antonin, archevêque de Florence, mort en 1459, confirment cette vérité, et le texte authentique de la bulle en est la preuve la plus péremptoire.

On a cependant invoqué et l'on invoque souvent encore contre

(1) *La comète de Halley*, par J. Thirion, S. J., REVUE DES QUEST. SCIENT., livraison du 20 octobre 1909, p. 670.

ce fait historique, le témoignage de l'humaniste Platina, bibliothécaire du Vatican de 1475 à 1481.

5. Platina, dans son ouvrage *Vitae Pontificum* (achevé vers le commencement de 1475) mentionne les processions *(supplicationes)* et les prières de midi, telles qu'elles se trouvent indiquées dans la bulle ; mais il y met du sien quand il prétend que les prévisions des astrologues furent chez le Souverain Pontife le mobile de ces prescriptions.

6. L'autorité de Platina comme historien, d'après les jugements qu'en ont portés des écrivains tels que Gregorovius, Burckhart et von Pastor, ne permet d'accepter son témoignage qu'avec grande réserve, alors même que les preuves manifestes d'erreur feraient défaut.

7. Son récit est resté néanmoins pour beaucoup d'auteurs l'*unique source historique* de ce fait, tandis que les vrais documents ont été négligés. Calvisius et Fabre, le continuateur de Fleury (1), ont surtout contribué à accréditer la fable insérée dans les *Vitae Pontificum*.

8. Parmi les astronomes, Laplace paraît être le premier qui se soit servi de l'expression « conjurer la comète ». Arago, en 1832, parle d'une excommunication, et depuis lors jusqu'à nos jours, dès qu'il est question de la comète de Halley, on ne tarit pas sur les exorcismes et les anathèmes. La palme revient à Babinet : il fait exorciser la comète par les franciscains durant la bataille de Belgrade.

9. Lors de cette bataille, la comète avait disparu depuis plusieurs jours ; elle ne put donc effrayer les combattants d'aucun parti.

10. L'assertion que la comète fut universellement considérée comme l'avant-coureur d'une défaite des chrétiens par les Turcs, manque totalement de fondement. Plusieurs auteurs contemporains disent même le contraire. En général, on a beaucoup exagéré la terreur causée par l'apparition de l'an 1456.

11. Une certaine crainte des comètes était justifiable à cette époque, où la nature cosmique de ces astres et les lois de leur mouvement étaient inconnues, et les opinions de savants éminents tels que Toscanelli n'étaient pas de nature à calmer les esprits.

(1) Nous avons écrit, dans notre article, que Fleury avait copié Bruys ; c'est l'inverse qui est vrai : l'édition de 1726 de l'ouvrage de Fleury (Fabre), où se lit le passage en question, est antérieure de quelques années à l'ouvrage de Bruys. Tous deux renvoient à Platina.

A la fin de son mémoire, le P. Stein rappelle un autre épisode où un pape et les « mathematici » interviennent, à propos d'une comète.

C'était en 1664. Une comète se montra qui, au témoignage de Lubienietski, alarma beaucoup de gens (1). Le pape, Alexandre VII, rapporte-t-il, provoqua une consultation des astrologues : « Jussu Pontificis congregatum ferunt Bononiæ Collegium Astrologorum de ferenda super Comete isto sententia. Et exiit hæc : « Ab orbe condito nesciri comparuisse pariter » monstrosum. Si porro augurari fas sit e praeviis Priscorum » historiis, videri eo insignem quandam calamitatem Italiæ et » maritimarum aliquarum seu urbium seu Rerumpublicarum » portendi. »

Une lettre écrite de Rome par le P. A. Kircher au P. Gaspar Schott à Ingolstadt, nous fait connaître l'impression produite sur l'esprit du Pape par ces prédictions effrayantes. Voici cette lettre (2) :

« De Cometa nil scribo, cum is jam toti orbi innotuerit, ut quot astronomi sunt, tot de eo libelli jam sint editi. Mihi tot inter coquos jusculo huic apparando manus adhibere, expedire minime visum fuit, vel ipso dissuadente Pontifice Summo, qui non ita pridem me, uti frequenter solet, ad litterariam suam conversationem vocare dignatus fuit : qua et de Cometa, inter alia literariæ materiæ argumenta, mentio facta fuit : ubi Sanctitas sua de *nullitate effectuum cometarum* tum Astronomicis, tum Astrologicis ratiociniis, ita docte et scite dixit, ut tota vita sua in hujusmodi professione Magistrum egisse videretur. Inter cætera incorruptibilitati et soliditati cœlorum non favet : Peripateticorumque sententiam ceu popularem et inconcinnam repudiat, rationibus tum ex natura rei, tum ex sanctorum Patrum sententiis adductis. *Metum vero seu trepidationem Magnatum cæteraque vaticinantium Astrologorum prognostica, veluti deliramenta irridet.* Sola mortalium delicta cometam esse asserit, qui Dei justa permissione terrarum orbem innummeris calamitatibus percutiat. Sed ad alia, etc.

Romæ 31 januarii 1665.

Reverentiæ vestræ Servus in Christo,
Athanasius.

(1) *Theatr. cometic.*, liv. I, 763.
(2) *Ibid.*, p. 765.

Souhaitons, avec le P. Stein, « pour l'honneur de l'astronomie », qu'on en finisse enfin avec cette légende de la comète d'Halley. Que ceux-là surtout qui ont contribué à la répandre, ne feignent pas d'ignorer le mémoire du savant astronome romain : qu'ils le réfutent s'ils le peuvent, ou qu'ils reconnaissent qu'ils ont égaré leurs lecteurs.

J. Thirion, S. J.

VIII

Coup d'œil d'ensemble sur la Physique moderne. La Matière, l'Éther, l'Électricité, par H. J. Proumen, ingénieur civil des Mines. Tome I, un vol. in-8° de 269 pages avec 24 figures dans le texte et 1 planche ; tome II, un vol. in-8° de 302 pages avec 13 figures dans le texte. — Paris, H. Desforges, 1909.

S'il fallait fixer la date de naissance de la « physique moderne », il faudrait, sans doute, remonter jusqu'au milieu du XIXe siècle. A cette époque, la physique est la mécanique des atomes, pondérables ou impondérables, dont les propriétés ne diffèrent pas de celles qu'il suffit de donner aux astres pour édifier la mécanique céleste ; elle va devenir la science des échanges d'énergie.

Au début, l'énergétique est moins une doctrine qu'un mode d'exposition merveilleusement adapté aux applications de la science qu'elle poursuit sans s'attacher à la recherche des premiers principes des choses. Mais elle devint bientôt un admirable instrument de découvertes. Qu'il suffise de rappeler ici qu'on lui doit la physico-chimie théorique et pratique.

Ce n'est pas de ces conquêtes que nous parle M. Proumen, non plus que des polémiques dont elles ont été l'occasion sur le but et la portée des théories physiques. Il se tient à l'écart de ces polémiques, et ce sont d'autres conquêtes de la physique moderne qu'il nous présente.

Elles ont été nombreuses au cours de ces trente dernières années. Que de progrès, par exemple, n'a-t-on pas réalisés dans la production et les applications des températures très élevées et très basses, et à combien de découvertes et d'applications importantes n'ont-ils pas conduit? Il est vrai que ces découvertes étaient l'aboutissant immédiat de travaux antérieurs : elles

n'avaient rien d'inattendu, rien surtout d'éclatant aux yeux du grand public qui y prit peu d'intérêt.

Il en fut tout autrement d'autres faits moins apparemment rattachés au passé, déconcertants au premier regard, presque révolutionnaires, et merveilleux dans leurs applications. C'est de ceux-ci que s'occupe M. Proumen. La « physique moderne » dont il nous convie à faire le tour est celle des rayons cathodiques, des rayons X, de la télégraphie sans fil, de la radioactivité, des ions et des électrons.

Quand des faits nouveaux ont l'importance de ceux-ci et offrent un intérêt aussi général, on conçoit l'empressement du public instruit à demander qu'on les mette à sa portée en les dépouillant du vêtement mathématique dont les savants ont tôt fait de les envelopper ; mais l'entreprise est difficile pour plus d'une raison. D'abord la littérature du sujet est très abondante et très dispersée ; ensuite, l'accord est loin d'être fait sur les principes et, à travers les solutions proposées, on aperçoit des masses effrayantes de problèmes. Le travail de coordination et d'interprétation se fait lentement dans le monde savant et, pendant qu'il progresse, les vulgarisateurs risquent beaucoup d'errer à l'aventure faute d'un guide autorisé.

M. Proumen n'a négligé aucune source d'information : il a beaucoup lu et s'est très copieusement documenté. Il s'attache surtout à nous donner de ses lectures un résumé abondant plutôt qu'une synthèse critique et personnelle. Il a jugé sans doute — et avec raison — que le moment n'est pas venu d'entreprendre cette critique dont le résultat sera l'élimination de bien des inexactitudes, la suppression de bien des conceptions illusoires, le triage des hypothèses provisoires et la réduction à de justes proportions des généralisations hâtives. Il nous offre en regard du tableau des faits expérimentaux, celui des idées qu'ils ont suggérées, des travaux théoriques qu'ils ont provoqués, qui se poursuivent, d'où émergent quelques acquisitions définitives et où se dessinent certaines directions plus précises. L'auteur prépare cet exposé par le rappel des faits et des théories antérieurs ou apparentés, et encadre l'ensemble de notions historiques sur le développement de la science. C'est bien tout ce qu'on peut faire pour le moment. « Ce livre, dit-il, s'adresse au grand public instruit, s'intéressant aux progrès de la science, aux étudiants désireux de s'assimiler les nouvelles conquêtes de la physique sans devoir compulser une foule de mémoires origi-

naux, et en général à tous ceux qui suivent avec intérêt l'évolution du savoir. »

Voici un aperçu de la table des matières :

Tome I. Chapitre premier : Le pondérable. Ch. II : L'impondérable. Ch. III : L'intermédiaire entre le pondérable et l'impondérable. Ch. IV : L'électrolyse. Ch. V : Les rayons cathodiques et les rayons de Lénard. — Tome II. Ch. VI : Les rayons X et les rayons S. Ch. VII : La radio-activité. Ch. VIII : L'ionisation des gaz. Ch. IX : L'universalité du phénomène de radio-activité. Ch. X : Les nouvelles théories de la matière et de l'électricité.

J. T.

IX

Les Combustions industrielles. — Le contrôle chimique de la combustion, par Henri Rousset et A. Chaplet. Un vol. grand in-8° de 263 pages (Collection de l'*Encyclopédie industrielle*). — Paris, Gauthier-Villars, 1909.

Exposer la méthode à suivre et les moyens à employer pour retirer de la combustion de la houille toute la chaleur qu'elle peut fournir et éviter ainsi les grandes pertes de calorique que la plupart des industriels ont à enregistrer, tel est le but fort utile que se sont proposé les auteurs de cet ouvrage.

D'après eux, c'est par le contrôle chimique de la combustion qu'on arriverait à une meilleure utilisation du charbon et qu'on pourrait réaliser facilement une économie de 10 % sur la consommation.

Après quelques données historiques et théoriques sur le phénomène de la combustion, les auteurs traitent d'une manière détaillée des différents *combustibles* industriels en usage et de leur composition respective. Ils étudient successivement leurs diverses propriétés, la manière de procéder à leur analyse chimique ainsi que les différents moyens de déterminer leur pouvoir calorifique. Pour ce dernier, le plus simple est encore de chiffrer la valeur pratique du combustible en déterminant, au générateur même, la température et le poids de la houille brûlée, de l'eau vaporisée et des gaz résiduels.

Vient ensuite l'examen du *comburant* et de l'importante question du tirage ainsi que de la mesure de ce dernier. Le tirage forcé, malgré ses qualités, n'a pas encore détrôné celui par

cheminée, et les auteurs ne se prononcent pas sur la valeur plus grande de l'un ou de l'autre système.

Le phénomène de la *combustion* proprement dite fait l'objet du chapitre suivant. Après avoir analysé les pertes de chaleur inévitables produites par la présence de l'azote dans l'air et de l'eau dans le charbon, MM. Rousset et Chaplet donnent une série de renseignements pratiques concernant la conduite des feux, le régime des charges et la manœuvre en général. Un important facteur avec lequel les industriels doivent compter, c'est le chauffeur. Malheureusement la routine guide le plus souvent ce dernier, et la prime sur l'économie de combustible ne constitue qu'un stimulant insuffisant. D'après les auteurs, cette prime devrait être calculée suivant la quantité de CO_2 trouvée dans les gaz de la combustion. Par l'emploi d'un carbonimètre enregistreur, par exemple, on pourrait lui faire constater à chaque instant *de visu* l'influence de la conduite du feu sur la composition des gaz, et il serait ainsi directement intéressé à régler le chauffage de la manière vraiment la plus économique.

Après avoir étudié successivement les combustibles, le comburant et la combustion, MM. Rousset et Chaplet s'arrêtent à l'examen des *gaz produits*. Les divers systèmes pratiques de prises d'échantillons sont tour à tour passés en revue. Un chapitre est ensuite spécialement consacré à l'exposé des différents appareils *analyseurs automatiques* des gaz, pouvant donner un dosage jusque toutes les trois minutes. Bien qu'ils constituent des appareils assez délicats, nécessitant un contrôle fréquent, le grand service qu'ils peuvent rendre à la conduite rationnelle du feu devrait, à notre avis, les faire adopter par tous les industriels.

L'étude de la *mesure des températures* et des différents genres de pyromètres fait l'objet du chapitre suivant.

Enfin, les auteurs en arrivent à la conclusion pratique de leur ouvrage, c'est-à-dire à l'exposé de l'*installation de contrôle* de la chaufferie dans les diverses usines. C'est ainsi que, pour une cinquantaine de francs, on pourrait déjà se procurer quelques appareils fort utiles dont on aurait bien vite regagné le prix d'achat. Pour les installations plus vastes, il sera préférable de se procurer des appareils plus perfectionnés dont le coût sera assez notablement plus élevé que dans le cas précédent mais dont l'emploi permettra de réaliser de sérieuses économies.

D'après les auteurs on confierait l'organisation du contrôle, dans les petites installations, à un employé sérieux bien mis au courant, et dans les usines importantes, à un chimiste. Il nous

semble toutefois que, dans ce dernier cas, on pourrait la plupart du temps joindre ces fonctions aux autres attributions d'un des ingénieurs attachés à l'établissement, sans qu'on ait recours pour cela à un chimiste spécial.

Notons encore une série d'indications utiles relativement aux déductions à tirer des résultats du contrôle et aux remèdes à appliquer dans les différents cas.

Enfin un court exposé permet de constater que pareil contrôle trouverait également son application pratique dans les diverses combustions industrielles, telles que hauts fourneaux, gazogènes, moteurs à explosions, fours à chaux et à soufre.

Un aperçu sur l'eau d'alimentation des générateurs, son analyse et les divers désincrustants à employer font l'objet d'un appendice.

Une série de renseignements, adresses et prix d'appareils termine cet intéressant ouvrage, écrit d'une manière claire et précise, et appelé à rendre de grands services à tous les intéressés qui voudront bien se donner la peine de suivre les conseils qu'il renferme.

R. V. M.

X

L'Électricité dans les mines. Applications diverses, Extraction, par E.-J. Brunswick. Un vol. grand in-8° de 255 pages, avec 68 figures dans le texte. — Paris, Gauthier-Villars, 1910.

M. Brunswick a présenté au *Congrès international des applications de l'électricité*, tenu à Marseille en 1908, un rapport sur l'*Équipement électrique des Mines* (1). Une partie documentaire importante de ce rapport n'a pu, faute de place, être comprise dans le recueil que nous venons de citer : l'ouvrage que nous annonçons y supplée ; il contient l'ensemble du travail qu'avait préparé le rapporteur.

L'auteur aborde successivement les installations du jour ; les

(1) Voir le Recueil imprimé (3 volumes) des travaux du *Congrès international des applications de l'électricité, Marseille 1908*. Rapports préliminaires (1re Partie), publiés par les soins de H. Armagnat, rapporteur général. Texte du Rapport, pp. 594-682 ; résumé de la discussion qui a suivi la lecture de ce rapport : IIIe Partie, pp. 87-90, Paris, Gauthier-Villars, 1909.

pompes, les ventilateurs, les moteurs au fond ; la traction au fond ; l'éclairage au fond ; l'extraction.

C'est à la question de l'extraction électrique qu'il s'attache principalement. Il indique les conditions du problème et discute les diverses solutions réalisées, en ayant soin de mettre en évidence leurs avantages et les sujétions qu'elles entraînent.

Les derniers chapitres constituent, en quelque sorte, une monographie méthodique des installations de ce genre les plus caractéristiques tant en France qu'à l'étranger. On y trouvera de nombreuses données, au point de vue technique et numérique, concernant les conditions d'établissement et d'exploitation. A ce titre, la lecture du travail de M. Brunswick facilitera les recherches et les études des ingénieurs comme des étudiants de nos écoles techniques, qui y trouveront une source précieuse et variée de l'enseignement.

H. R.

XI

Le Navire Aérien *(Architecture, équilibre, stabilité)*. Leçons faites en 1908-1909 à la Faculté des sciences de l'Université de Bordeaux, par L. Marchis, lauréat de l'Institut, professeur de physique générale à la Faculté des sciences de Bordeaux. Un vol. in-8° de 990 pages avec 270 figures. — Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909.

Le Gouvernement français vient de désigner pour la chaire d'aviation récemment créée à la Sorbonne (fondation Zaharoff Zacharie Basil), un jeune professeur, M. L. Marchis, dont les travaux considérables sont universellement appréciés (1).

Dès 1903-04, M. Marchis donnait à Bordeaux des leçons sur la navigation aérienne. Cette circonstance, jointe aux mérites du professeur, imposait sa personnalité. Le décret qui vient de paraître au Journal Officiel (2) est de ceux qui honorent autant l'autorité qui investit que l'homme qui reçoit l'investiture.

(1) Voici la liste de ses principaux ouvrages : *Thermodynamique*. Notions fondamentales. — *Thermodynamique*. Introduction à l'étude des machines thermiques. — *La vapeur d'eau surchauffée*. — *Les moteurs à essence pour automobiles*. — *Production et utilisation du froid*. — *Production et utilisation des gaz pauvres*. — *Leçons sur la Navigation aérienne*.

(2) 28 novembre 1909.

L'ouvrage dont nous voulons dire ici quelques mots est la dernière en date parmi les publications de M. Marchis. Ce n'est pas une réédition des *Leçons sur la Navigation aérienne*, publiées en 1904. Depuis cette époque l'aéronautique et surtout l'aviation ont fait des progrès tels qu'il serait impossible de développer, en un seul cours, un corps de doctrine complet sur la navigation aérienne.

Aussi, en 1908-09, M. Marchis a-t-il limité son activité à l'étude des seuls engins de la locomotion aérienne, restreignant même son sujet à l'examen des organes destinés à assurer la stabilité et l'équilibre du navire aérien. Ainsi, il ne s'occupe ni du propulseur, ni du moteur, ni de la construction, ni du *pilotage*, il ne parle pas de la *navigation* aérienne, pas plus que de l'utilisation du navire aérien au point de vue scientifique et militaire. Toutes ces questions feront dans la suite, nous n'en doutons pas, l'objet de travaux étendus, mais il est avantageux de ne pas s'en embarrasser actuellement.

Dégagé de ces accessoires, le sujet se présente avec un caractère d'unité remarquable. Tout appareil de locomotion aérienne, ballon libre, dirigeable ou aéroplane, est un corps pesant que l'homme soumet à l'action de certaines forces pour produire son mouvement au sein de l'atmosphère. Ces forces se ramènent à deux catégories : d'une part, la poussée de l'air, d'autre part, les résistances diverses opposées par l'air au mouvement des organes de l'appareil. Quel est le mouvement qui naît sous l'action des forces appliquées à l'appareil ? Voilà le problème de mécanique auquel l'étude de M. Marchis est consacrée. Ce problème est unique, il renferme en lui toute la locomotion aérienne. M. Marchis a perçu ce caractère d'unité, et lui a donné un relief considérable.

Ce n'est pas un des moindres mérites de l'auteur d'avoir fait rentrer tous les engins d'aéronautique dans le cadre d'une théorie générale. Jusqu'à présent, ces appareils étaient classés en deux groupes : le *plus léger que l'air* et le *plus lourd que l'air*, ces groupes étaient séparés par une cloison étanche. La suite même des événements avait créé cette classification. Rejetée par la mécanique, sera-t-elle conservée pour l'histoire ? M. Marchis ne le pense pas, et il s'attache dans sa copieuse introduction à nous faire partager sa manière de voir. La *sustentation statique* de l'homme au sein de l'atmosphère naît d'abord de l'invention de Montgolfier, mais les premiers efforts pour obtenir la direction sont vains. Pendant que certains

esprits, poussés par l'aiguillon de l'insuccès, se tendent pour créer tout ce qui manque : le propulseur et le moteur, d'autres, guidés par l'étude de la nature et immunisés volontairement contre le « microbe du ballon », s'attachent à réaliser la *sustentation dynamique*. Ils se retrouvent avec les premiers devant la nécessité de créer un propulseur et un moteur. Peu à peu, des efforts communs, sont issus les organes permettant au ballon de se diriger, à l'aéroplane de se soutenir et par surcroît de se diriger.

Ainsi, sustentation et direction sont les deux termes autour desquels se développe toute l'histoire de l'aéronautique.

C'est à eux que M. Marchis rattache toutes les conceptions ayant donné un résultat pratique. Il décrit leur réalisation, avec un luxe de détails très appréciable pour le lecteur. D'une manière générale, il faut féliciter l'auteur du soin apporté dans la description des appareils et dans la rédaction des renseignements bibliographiques. Son œuvre est une source abondante d'une documentation très intéressante et très utile. Elle est d'autant plus précieuse qu'elle est plus difficile à recueillir, parce qu'il faudrait la rechercher dans le journal quotidien où, souvent, le détail technique se cache sous le fait-divers.

Les forces appliquées au navire aérien sont susceptibles de varier, sous l'action de divers agents.

Il est indispensable au pilote de connaître l'influence de ces agents et l'amplitude des variations qu'ils font subir aux forces en jeu. Cette question fait l'objet d'une analyse détaillée dans la première partie de l'ouvrage.

La poussée de l'air, négligeable vis-à-vis du poids de l'appareil d'aviation est, au contraire, comparable au poids du ballon. La résultante de ces deux forces constitue la force ascensionnelle.

Celle-ci dépend d'une foule d'éléments dont une partie se trouve, dans une certaine mesure, sous la commande de l'aéronaute : poids de l'unité de volume d'air et de gaz, volume maximum occupé par le gaz, poids du ballon gréé.

Le volume maximum peut être modifié par l'emploi du ballonnet compensateur. Cet organe, dont l'origine remonte au général Meusnier, est employé pour la plupart des ballons dirigeables, où il a d'ailleurs encore un autre but, celui d'assurer la permanence de la forme.

Le poids du ballon gréé est la somme des poids du ballon (enveloppe, nacelle, moteur, instruments), du gaz, des passagers et des réserves de bord (lest, essence, huile, eau). Certains

de ces éléments sont invariables (1), les autres seront dépensés par l'aéronaute, mais jamais récupérés. Quant aux poids de l'unité de volume d'air et de gaz, ils dépendent des circonstances atmosphériques et physiques : pression, température, humidité. L'action de l'humidité est en général faible. La pression et la température peuvent, dans une certaine mesure, être modifiées au gré de l'aéronaute, la première par le choix d'une altitude de navigation, la seconde par différents moyens de réchauffement du gaz : ces derniers moyens, toutefois, sont peu appliqués. M. Marchis ne les mentionne pas (2), il se contente d'examiner l'influence des variations de température de l'air et de la différence de température de l'air et du gaz.

Ces éléments peuvent faire varier très brusquement la force ascensionnelle dans des proportions considérables. Ils constituent le principal aléa de la navigation aérienne par ballons. M. Marchis donne, à ce propos, des renseignements utiles, suffisants pour le ballon libre, mais d'une approximation trop faible, à notre avis, pour permettre l'application des résultats aux énormes ballons dirigeables actuellement en service.

Si, d'une manière générale, l'aéronaute peut calculer l'effet des variations des agents atmosphériques sur la force ascensionnelle, ne lui serait-il pas plus utile encore de prévoir l'entrée en action de ces agents ? Cette prévision est du domaine de la météorologie, et, actuellement, cette science n'est pas d'un secours certain pour l'aéronaute. Nous devons demander des efforts sérieux aux météorologues, afin de faciliter la prévision du temps à courte et à longue échéance. Les progrès de cette science contribueront beaucoup au succès des traversées aériennes, non seulement au point de vue du pilotage d'un dirigeable, mais encore au point de vue de la navigation proprement dite des navires aériens et des flottes de l'avenir.

Passons à l'étude de la résistance de l'air ; l'auteur expose cette question délicate d'une manière très élégante. Il étudie successivement la résistance de l'air au mouvement : 1° pour un plan normal à sa trajectoire, 2° pour un plan incliné sur sa

(1) On peut négliger la variation du poids par suite de la variation de l'intensité de la pesanteur et de la position géographique du point.

(2) Un gain de 65 calories allège le ballon d'au moins un kilogramme. — Capne Voyer, *L'équilibre de l'Aérostat*, IIIe Congrès international d'aéronautique (Milan, 22-28 octobre 1906), Rapports et mémoires. — Espitallier, *a technique du ballon*, Paris, Doin, 1907.

trajectoire, 3° pour une surface courbe oblique sur sa trajectoire, 4° pour une carène courbe.

Les récentes expériences de M. Eiffel sur la résistance de l'air en constituent le point de départ. Ce sont, en effet, celles qui méritent le plus de confiance, par suite de la précision des mesures. Voici sur quoi ces expériences ont porté : on admet généralement que l'air exerce sur un plan se déplaçant normalement à sa trajectoire, une résistance normale R appliquée au centre de figure et proportionnelle à la surface S du plan et au carré de la vitesse V, en sorte que

$$R = KSV^2 ;$$

déterminer la valeur numérique du coefficient K, tel était le but des expériences de M. Eiffel.

Le professeur Marchis en expose le principe et en résume les conclusions ; celles-ci servent de base numérique pour tous les développements ultérieurs. Comme elles sont peu connues, nous les reproduisons ici, dans le cas des plaques pleines :

« 1° pour des plaques dont les surfaces varient de $\frac{1}{16}$ de m² à 1 m² et pour des vitesses comprises entre 18 et 40 mètres, le coefficient K a une valeur moyenne égale à 0,074 (unités : kilogramme, mètre, seconde).

» 2° Le coefficient K, calculé en admettant qu'il varie proportionnellement au carré de la vitesse, semble augmenter quand la vitesse de translation diminue.

Pour conserver à K une valeur constante, il faudrait faire varier l'exposant de la vitesse entre 1,93 et 2,08.

» 3° Le coefficient K croît avec la surface : sa valeur semble tendre vers le maximum 0,080.

» 4° Le coefficient K croît avec le périmètre d'une manière peu sensible quand on passe du cercle au carré, plus sensible quand on passe du cercle au rectangle. »

Pour le plan incliné d'un angle i sur sa trajectoire, on admet que la résistance de l'air est normale au plan, appliquée en un point différent du centre de figure, dont les coordonnées varient avec i ; l'intensité de la force est proportionnelle à K, à la surface, au carré de la vitesse et à une fonction de l'angle i

$$R = KSV^2 f(i).$$

On s'est disputé longtemps sur la nature de la fonction que l'on faisait égale à $\sin^2 i$ ou à $\sin i$. M. Marchis développe les

arguments des deux partis et se rallie entièrement à la théorie développée par M. Soreau, dans laquelle $f(i)$, sensiblement proportionnel à $\sin i$, tient compte en outre des dimensions mêmes du plan (1).

Que devient cette résistance dans le cas d'une surface concave inclinée sur sa trajectoire ? Ce point a fait l'objet de multiples investigations depuis Lilienthal, qui, le premier, a perçu l'importance de la courbure des ailes ; les frères Wright, les frères Voisin, M. Esnault-Pelterie, etc... ont fait des expériences à ce sujet, mais les résultats n'ont pas été publiés. Seuls les résultats de Lilienthal sont connus et M. Soreau les a soumis à une analyse très adroite afin de les présenter plus scientifiquement. M. Marchis reproduit cette théorie que des expériences récentes faites par M. Rateau confirment partiellement (2).

Toutes les surfaces délimitant un navire aérien n'empruntent pas la forme avantageuse des ailes ; la résistance que l'air leur oppose varie d'après leur forme et peut avoir une intensité très grande : dans les aéroplanes on s'attache à réaliser partout des formes effilées, fuyantes afin de les diminuer ; de la même manière, on donne à l'enveloppe du ballon dirigeable une forme allongée et les expériences comparatives du colonel Renard ont donné à ce sujet de précieuses indications. D'autres expériences ont été faites par les aérostiers italiens *(Brigata Specialisti)*, il est regrettable que les résultats n'en soient pas reproduits dans *Le Navire Aérien*.

Pour que le chapitre de la résistance de l'air fût complet, il faudrait y ajouter l'étude de la résistance de l'air au mouvement 1° pour une corde métallique, 2° pour une hélice. M. Marchis réserve la théorie de l'hélice aérienne, et, quant aux cordes, nous ignorons si des expériences systématiques ont été faites. On sait toutefois que les cordes résistent très fort.

Ainsi, des deux groupes de forces qui agissent sur le navire aérien, les unes sont sujettes à des variations imprévues, les autres exercent une action qu'il est difficile de connaître avec exactitude. Et, cependant, les ballons dirigeables évoluent et les aéroplanes volent... D'aucuns en ont conclu à la faillite du calcul et à la supériorité des praticiens sur les théoriciens.

(1) R. Soreau, *Mémoire sur la résistance de l'air*, IIIe Congrès international d'aéronautique (Milan, 22-28 oct. 1906), Rapports et mémoires.

(2) Aérophile, 1 août 1909. M. Rateau n'a pas constaté l'existence de la « contre-résistance à l'avancement » signalée par M. Soreau. Il paraît d'ailleurs très difficile d'admettre l'existence de cette contre-résistance.

A défaut d'autre preuve, il suffit de parcourir la partie de l'ouvrage de M. Marchis consacrée à l'intégration des équations du mouvement pour se convaincre combien la théorie est nécessaire au praticien qui poursuit méthodiquement ses expériences avant de réaliser ses conceptions.

Toute la partie relative à la dynamique du ballon dirigeable est remarquable à ce point de vue.

C'est le colonel Renard qui a créé la théorie en l'appuyant sur les résultats de ses expériences. Il avait pu, de la sorte, fixer le rôle de l'empennage et calculer sa surface ; mais un phénomène avait échappé au savant officier, celui de la résistance propre du ballon au tangage. Les travaux des aérostiers italiens l'ont mis en évidence et les calculs basés sur son existence ont permis de constater que la théorie du colonel Renard ne constituait qu'une première approximation. Les aérostiers italiens ont franchi une seconde étape : ils ont réduit la surface de l'empennage et établi le rôle des gouvernails, en particulier celui des gouvernails d'altitude. Les magnifiques traversées, toutes récentes, du dirigeable italien prouvent la précision des expériences et l'exactitude des calculs de la *Brigata Specialisti*.

Un semblable résultat peut-il être escompté pour le calcul dans le domaine de l'aviation ?

De brillants calculateurs : le colonel Renard, le capitaine Ferber, M. Soreau, se sont attachés à établir une théorie de l'aéroplane ; ils ont déduit des résultats connus tout ce que l'analyse la plus approfondie pouvait leur donner. Mais si beaucoup d'expériences ont été faites, peu de résultats sont publiés et la base actuelle est trop incertaine pour qu'on ne puisse espérer un prolongement de la théorie actuelle.

C'est l'œuvre de demain.

Quelque esprit profond, coordonnant des faits nouveaux, reprendra la théorie actuelle avec une rigueur plus grande et la portera à un plus haut degré de perfection. Nul doute qu'il n'ait à se féliciter dans son travail d'avoir sous la main *Le Navire Aérien* et de compter ainsi M. Marchis parmi ses collaborateurs.

G. B.

XII

Traité de Géographie physique. Climat. Hydrographie. Relief du sol. Biogéographie, par Emmanuel de Martonne, Professeur de Géographie à l'Université de Lyon. Un vol. in-8° de 908 pages, avec 396 figures et cartes dans le texte, 48 planches de photographies et 2 planisphères en couleur hors texte. — Paris, Librairie Armand Colin, 1909.

L'ouvrage de M. de Martonne se présente sous les dehors les plus séduisants : facture très soignée, illustration abondante et superbe, index et tables méthodiques, tout prévient en sa faveur. Un premier examen confirme cette impression favorable : en parcourant les figures et les planches, diagrammes, schémas, canevas, coupes, profils, cartes, vues panoramiques, paysages-types, etc., et en lisant les légendes qui les accompagnent, on prend de l'ouvrage une vue d'ensemble où se révèlent l'ampleur du sujet, la méthode didactique qui a présidé à sa mise en œuvre, le souci de la précision et de la clarté. La lecture de quelques chapitres dont on est mieux préparé à apprécier le contenu, justifie pleinement ces prévisions : l'œuvre est excellente. Elle témoigne d'une lecture très étendue, d'une aptitude supérieure d'assimilation et d'une netteté d'exposition que peut seule donner la pratique de l'enseignement.

Au géographe spécialisé, cet ouvrage permettra de s'orienter rapidement dans les questions de géographie physique qui ne sont pas l'objet propre de ses études. Au professeur, il fournira un ensemble précieux de matériaux élaborés et méthodiquement classés, et de nombreux renseignements bibliographiques groupés à la fin de chaque chapitre. Au débutant, il offrira un aperçu des faits acquis et des questions encore à l'étude, des principes, des procédés et des méthodes propres aux diverses branches de la science dont il saisira l'unité, alors que la lecture de traités spéciaux lui en eût surtout montré la variété. Au public instruit enfin, il donnera le moyen de suivre les publications de jour en jour plus nombreuses et plus scientifiques sur maintes questions qui intéressent l'agriculture, la colonisation et les sciences économiques. Nous souhaiterions que de nombreux touristes, curieux des spectacles de la nature, prissent aussi la peine de lire au moins quelques chapitres de cet intéressant traité. En leur parlant des merveilles du monde physique, ils leur diront

comment et pourquoi les choses se sont faites telles que nous les voyons ; et notre séjour terrestre, au relief puissant, au modelé si varié, à la parure si belle à l'œil qui la contemple aux rayons du Soleil, apparaîtra à leur intelligence plus admirable, plus grandiose à la lumière de la science qui en décrit la genèse et l'histoire, la vie et les destinées.

Le cadre de la Géographie physique, entendue au sens moderne, est très vaste. Il ne comprend pas seulement l'étude des aspects divers que présente la surface terrestre et celle de leurs causes, mais aussi les relations mutuelles de l'atmosphère, des mers, des continents, et leurs rapports avec la distribution des plantes et des animaux.

Dans ses admirables *Leçons de Géographie physique*, A. de Lapparent avait choisi, de cet ensemble, ce qui confinait le plus étroitement à la géologie et aux phénomènes naturels qu'elle invoque ; les formes topographiques sont, en effet, l'objet principal de son livre, et son but essentiel l'exposé des faits, des lois et des hypothèses qui en rendent compte.

M. de Martonne aborde le sujet dans toute son ampleur. Ce ne sont pas des *Leçons*, mais un *Traité* qu'il nous offre. Le *relief du globe* s'y voit attribuer la part principale, mais le *climat*, l'*hydrographie* et la *biogéographie* y trouvent aussi la place qui leur revient, comme l'indique le sous-titre de l'ouvrage.

La première partie, intitulée *Notions générales*, retrace à grands traits l'*évolution de la géographie* et résume les connaissances nécessaires pour aborder les problèmes qui seront traités au cours de l'ouvrage et dont on nous offre un rapide aperçu. Ces données préliminaires ont trait à la *forme* et à la *situation cosmique de la Terre*, à la *représentation de la sphère terrestre* et aux *premiers éléments de la Géographie physique*.

Le travail ainsi préparé et les problèmes à résoudre entrevus, on aborde l'objet propre du *Traité* dans la seconde partie par la *climatologie*. On y passe en revue les multiples *facteurs du climat*. Les principaux, la chaleur et l'humidité, sont repris et envisagés en détail dans des chapitres spéciaux. A ces éléments essentiels, l'auteur ajoute l'étude des *mouvements atmosphériques*, celle des *types de temps* et celle des *principaux types de climats*, en insistant sur le *climat des montagnes*.

La troisième partie est consacrée à l'*hydrographie*. Les *océans*, leur *relief*, la *température* et la *salinité* de leurs eaux, les *mouvements* dont elles sont le siège ; les *mers*, les *lacs* et, enfin, les *rivières*, dont l'étude prépare celle du rôle si important des eaux

courantes dans l'explication rationnelle et détaillée du modelé d'une contrée, se partagent cette troisième partie.

Nous arrivons ainsi au *relief du sol*, objet de la quatrième partie, la plus développée et aussi la plus importante et la plus intéressante du *Traité*.

Elle s'ouvre par l'exposé des *principes de la topographie*, ses procédés de mesure, les levés et les nivellements, ses méthodes de représentation, les plans et les cartes. Des *enseignements de la topographie*, on déduit les *lois générales du modelé* du sol : les eaux courantes en sont le principal agent.

L'auteur nous fait assister au travail de l'*érosion fluviale*, au creusement du sol, au transport des matériaux entraînés, à leur accumulation en certains points.

Des principes généraux régissent le *cycle d'érosion* et en fixent le terme. Mais à la disposition actuelle d'un fleuve et de ses affluents, à l'aspect du paysage qu'ils animent, ont concouru, avec les actions hydrauliques, des influences multiples. Elles proviennent de la *nature physique des roches*, de leur résistance et de leur perméabilité ; de leur *structure tectonique* primitive qui a créé des reliefs que l'érosion s'efforce d'aplanir en dégradant les crêtes et en minant les versants ; du *volcanisme* enfin qui, en certains points du globe, marque son empreinte en des formes dont l'évolution revêt des caractères spéciaux.

D'une façon générale, le développement du *cycle d'érosion* est lié à celui du *réseau hydraulique*. Leurs réactions mutuelles façonnent et transforment incessamment le théâtre mobile de la nature ; il importe donc d'étudier leur perpétuelle adaptation. Mais il est malaisé d'en suivre les phases successives. L'auteur les décrit en partant des cas les plus simples pour s'élever aux plus compliqués.

On comprend alors que l'état présent d'une région, ou le tableau du relief actuel du globe, est le résultat de retouches successives d'une esquisse primitive ; mais bien des traits de ce tableau resteraient sans explication, si l'on ne projetait sur le présent la lumière du passé. Il faut donc s'enquérir des vicissitudes de l'histoire géologique du globe, et essayer la reconstitution des traits géographiques généraux des périodes anciennes. C'est le but que poursuit la *paléogéographie*, dont l'auteur nous donne un intéressant aperçu.

Il achève l'exposé de la quatrième partie de son *Traité* par l'étude de trois modes d'érosion spéciaux : l'*érosion glaciaire* qui l'amène à raconter l'histoire et à décrire la vie des glaciers ;

l'*érosion éolienne*, qui bâtit les dunes et sculpte les reliefs désertiques ; l'*érosion marine*, facteur principal de l'évolution de la topographie littorale.

La cinquième et dernière partie traite de la *biogéographie*. L'exposé des principes généraux communs à la *phytogéographie* et à la *zoogéographie* prépare l'étude de la répartition des êtres vivants à la surface du globe et l'analyse de ses causes. On aborde ensuite, dans des chapitres spéciaux, les *facteurs de la répartition des plantes*, l'humidité, la chaleur, la lumière, le vent et le sol, en insistant sur les *associations végétales* qui reflètent fidèlement les caractères généraux du climat et les influences spéciales du sol, déterminent l'aspect du paysage, les conditions de l'habitat des animaux et les formes mêmes de l'activité humaine.

L'auteur suit une marche analogue dans l'étude de la *zoogéographie*, où il s'occupe successivement de la *faune aquatique* et des *faunes terrestres*.

Ce très rapide aperçu de l'ouvrage de M. de Martonne ne donne qu'une idée bien imparfaite de sa méthode et de sa connaissance du sujet, et il laisse dans l'ombre le mérite excellent de son exposition. Mais à dire le plaisir que l'on goûte à la lecture de ce traité et le profit qu'on en retire, nous eussions dépassé de beaucoup les limites imposées à ce compte rendu.

N. N.

XIII

Introduction a l'étude des maladies mentales, par le Docteur H. Schloess. — Paris, Librairie Bloud et Cie, 1909.

Ce petit traité de 125 pages, que M. G.-L. Ardillier vient de traduire de l'allemand, et qu'il publie dans la collection des *Questions scientifiques* de la librairie Bloud, est un résumé des maladies mentales, destiné, dans l'intention de l'auteur, à « vulgariser la connaissance des principales psychoses parmi les profanes qui ont besoin, par devoir même, de juger l'homme » (avant-propos du traducteur). La description de chacun des états névropathiques débute d'emblée par l'exposition des différents symptômes qui le caractérisent, et se poursuit sous la forme — un peu aride — d'un simple catalogue de manifestations

morbides. Tel quel, ce manuel, ou memento, sera utile à ceux qui n'ont ni le temps d'aborder les gros traités de pathologie mentale, ni les connaissances suffisantes pour les consulter avec fruit. Peut-être aussi ne sera-t-il pas sans intérêt pour ceux qui après avoir étudié ces questions en détail, désirent les retrouver sous une forme concise leur permettant de revoir rapidement, au besoin, les principaux caractères des différents troubles mentaux.

L. B.

XIV

L'Enigma della Vita e i nuovi orizzonti delle scienze biologiche, par M. Agostino Gemelli. Introduzione allo studio delle scienze biologiche. Un vol. in-8° de 598 pages, 14 planches et 59 fig. hors texte. — Firenze, Libreria editrice Fiorentina, 1910.

Depuis longtemps déjà l'*Énigme de la Vie* préoccupe les philosophes et les naturalistes. La question est grave. Elle est aussi fort complexe. On peut cependant la résumer en quelques points essentiels :

1° Quelle est la nature de la vie ? 2° Quelle est l'origine de la vie ?

La réponse à cette double question peut elle-même se réduire à des termes très simples. Quant à sa nature, ou la vie est réductible à des forces mécaniques, physiques, chimiques, ou elle ne l'est pas ; et quant à son origine, ou elle n'est pas autre que le simple jeu de ces mêmes forces, ou il faut la chercher dans une cause d'un ordre tout différent.

La solution de l'« Énigme » consistera donc, pour les uns, à prouver qu'il n'est aucun phénomène reconnu comme vital, qui ne puisse être expliqué comme on explique n'importe quel phénomène d'ordre purement mécanique, physique ou chimique ; pour les autres, à démontrer que ces explications n'expliquent pas tout, et que les processus vitaux, s'ils utilisent des énergies mécaniques, physiques ou chimiques, ne peuvent pourtant pas se passer de l'intervention de principes essentiellement différents. Et, d'autre part, les uns tenteront de résoudre la question de l'apparition de la vie en faisant de cette apparition un simple stade de l'évolution de la matière inorganique, tandis que les autres affirmeront que la vie n'a jamais pu venir que de la vie

et que l'inorganique ne donnera jamais, de lui-même, que de l'inorganique.

Et que l'on remarque bien qu'à s'en tenir aux pures données de la raison et de l'expérimentation scientifique, après toutes ces tentatives de démonstration, l'« Énigme de la Vie » ne sera pas complètement résolue : la question est de celles qui, en dernière analyse, sont insolubles. « Il problema del *come* e il problema del *perchè* » restera toujours, dans son fond, un problème.

Ce n'en est pas moins, pour l'esprit, une satisfaction légitime et nécessaire, que l'« Énigme » soit renfermée dans ses justes limites et que, si on ne peut pas dire au juste ce qu'est le « comment » de la vie, on dise au moins ce qu'il n'est pas. Cela même, d'ailleurs, n'est pas une tâche aussi facile qu'on pourrait le croire, et il est fort à souhaiter qu'elle ne soit jamais abordée que par des hommes vraiment compétents. A ce point de vue, il faut se réjouir qu'elle ait été entreprise par le Dr A. Gemelli, des Frères Mineurs, Professeur agrégé honoraire d'histologie. Dans son *Enigma della Vita*, que nous présentons aux lecteurs de la Revue des Questions scientifiques, l'auteur a envisagé sous tous ses aspects l'intéressant problème dont nous n'avons donné que les termes généraux. Le nouvel esprit de la science, les horizons nouveaux de la biologie, la biologie et la philosophie, le néo-vitalisme, l'interprétation mécaniciste, l'explication de la vie, la génération spontanée, le fondement physique de la vie, la vie artificielle, la chimie organique et la biologie, la physico-chimie et la biologie, l'hérédité, etc., autant de questions traitées en détail, avec l'appui d'une riche documentation et la ressource de travaux personnels, qui ont permis au Dr Gemelli d'illustrer son travail de nombreux dessins originaux.

Nous souhaitons que ce livre soit lu par tous les philosophes et tous les biologistes vitalistes qui ont le désir de se mettre à même de pouvoir répondre par des arguments biologiques à des objections biologiques.

L. B.

XV

D'ou venons-nous ? par l'abbé Th. Moreux, Directeur de l'Observatoire de Bourges. Dessins et Photographies de l'auteur. Un vol. petit in-4° de 125 pages. — Paris, Maison de la Bonne Presse, 5, rue Bayard, 1910.

D'où venons-nous ? grave question. que la Science, à elle seule, ne saurait résoudre directement. Elle peut cependant aider à faire un pas important vers la solution. Par elle, nous savons que l'homme a paru sur la Terre à la suite d'une quasi infinie succession d'êtres vivants, animaux et végétaux d'innombrables espèces. Par elle, nous savons encore qu'avant l'apparition des premiers êtres vivants, le globe terrestre possédait une température à laquelle nulle vie n'était possible. Nous savons aussi que la Terre est chauffée et fécondée par le Soleil et qu'elle fait partie d'un groupe d'astres dont le Soleil occupe le centre et qu'il retient dans sa sphère d'action. Enfin nous savons, toujours par les révélations de la Science, que le Soleil n'est lui-même qu'une unité parmi les milliers et les millions d'étoiles qui constellent, pendant la nuit, la voûte céleste, celles-ci étant autant de soleils, dont plusieurs plus brillants et plus puissants que le nôtre.

Or, d'où viennent ces milliers et ces millions de soleils ? d'où viennent ces constellations, ces groupes stellaires, ces nébuleuses qui remplissent les espaces aussi loin que nos plus puissants instruments puissent atteindre ? Sur la cause directe et efficiente du point de départ initial, la Science proprement dite, la science d'observation extérieure, reste muette, et c'est dans un autre ordre de connaissances qu'il faut la chercher. Mais, abstraction faite de ce point de départ primordial, dont il sera d'ailleurs question plus loin, la science peut fournir des données plausibles sur l'évolution générale qui s'en est suivie.

M. l'abbé Moreux, un professionnel des sciences dans la plus large acception du terme, joint à un grand savoir, un talent d'exposition et une clarté dans cette exposition qui font de lui le plus charmant et le plus accessible des vulgarisateurs.

A cette question : « D'où venons-nous ? » prise pour titre d'une compacte brochure in-4°, il prétend donner une réponse détaillée et péremptoire. Aussi, en un langage intelligible à tout esprit

tant soit peu cultivé, prend-il, *ab initio*, l'origine de toutes choses. De là un exposé de la cosmogonie, de l'astronomie stellaire et solaire, de la formation du globe terrestre conduisant aux données sommaires de la géologie, de la paléontologie, de l'apparition de l'homme et de la préhistoire, enfin du problème de la vie et de l'action de l'esprit sur la matière :

> Spiritus intus alit, totamque infusa per artus
> Mens agitat molem....

I. Si abordables que soient, aux intelligences non scientifiques, les exposés de ces questions si complexes, ils n'en sont pas moins présentés avec les données résultant des plus récentes découvertes ; et les théories comme les conséquences auxquelles elles conduisent sont discutées avec une rigueur de raisonnement qui donne à cette œuvre vulgarisatrice, une portée vraiment originale.

L'œuvre commence par une Introduction où sont posées les trois énigmes qui ont toujours et à bon droit préoccupé l'homme : *D'où venons-nous ? — Où sommes-nous ? — Où allons-nous ?* Partant de là, l'auteur débute par une description de l'ensemble des espaces célestes et plus spécialement de notre système solaire avec une manière saisissante et tout humoristique de représenter à l'imagination les nombres vertigineux concernant les vitesses et les distances respectives, par rapport au Soleil, des planètes avec leurs mouvements, ainsi que les espaces formidables qui séparent notre groupe solaire tout entier des plus rapprochées des étoiles naguère appelées fixes.

Ce n'est ni d'aujourd'hui ni du siècle dernier qu'est née l'idée que l'univers n'est pas sorti tout formé des mains du Créateur et qu'il a commencé par l'apparition d'une substance élémentaire. Saint Bonaventure, au XIIIe siècle, écrivait déjà qu'au commencement Dieu créa la *substance* de toutes choses visibles, que celle-ci est donc une, et que « les corps célestes et les corps terrestres ont été produits, quant à leur être, d'une seule et même manière ». Ainsi, au sein des fameuses soi-disant *ténèbres* du moyen âge, la philosophie chrétienne, dit M. Morenx, en était déjà aux conclusions de l'astronomie moderne sur la matière.

Mais comment cette évolution s'est-elle produite ? L'étude des nébuleuses à divers degrés de développement (on en compte 200 000 !) peut donner une idée de cette genèse. A ce propos l'astronome Simon Marius, en 1612, et plus tard Halley lui-même, qui n'était rien moins que *clérical*, pour employer un

terme du jargon d'aujourd'hui, voyaient dans ces taches lumineuses disséminées dans les profondeurs de la voûte céleste, l'application du récit de Moïse plaçant la création de la lumière avant celle du Soleil. Quant à l'explication du détail de l'évolution sidérale, l'auteur expose, mais pour en montrer le défaut et l'erreur, les cosmogonies successives de Kant, de Laplace, de Faye, chacune d'elles ayant été suivie de découvertes qui la ruinaient par la base. Telles sont notamment celles des mouvements rétrogrades des satellites de Neptune et d'Uranus et du neuvième satellite de Saturne, la vitesse de certains satellites plus rapide que la rotation de leur planète, tous phénomènes qui renversent aussi bien la théorie de Faye que celle de Laplace, déjà supérieure cependant à celle de Kant. Le système proposé par le colonel d'artillerie Vte du Ligondès, qui a été exposé ici-même (1) et dont notre auteur trace un résumé succinct, est mieux en harmonie avec les faits constatés jusqu'ici.

L' « Histoire du Soleil » qui est l'objet tout particulier des recherches du directeur de l'Observatoire de Bourges, amène l'auteur à traiter la question de la dégradation de l'énergie et à en tirer cette conséquence que le vieil adage scientifique : « Rien ne se crée, rien ne se perd », serait avantageusement remplacé par cet aphorisme : « Tout s'est créé et quelque chose se perd. »

Après avoir résumé tout ce qui est connu aujourd'hui des phénomènes solaires, M. Moreux consacre tout un chapitre, le chapitre V, à la question des *Pourquoi ?* c'est-à-dire aux explications qu'il est possible de donner des phénomènes qu'il a décrits. Il en arrive, avec tous les savants qui ont fait de la science pure, à cet état initial d'un ensemble de molécules ou d'atomes très disséminés dans un espace immense et à l'état d'immobilité. Or c'est par leurs mouvements, réglés par certaines lois, que s'est accomplie l'évolution d'où est résulté l'univers. Donc de deux choses l'une : ou, contrairement à la loi de l'inertie, ces atomes, ces molécules ont été mis en mouvement sans cause, ou une cause extérieure est intervenue pour les faire passer de l'état de repos à l'état de mouvement. Et, des considérations développées à ce sujet, résulte fatalement cette conclusion : que le mouvement constaté dans le monde a nécessairement commencé.

Des savants comme Kant, comme Faye, comme Laplace lui-même, entre autres, l'ont reconnu, et l'auteur réfute en passant la légende prêtant faussement à Laplace (qui fut théo-

(1) Tome XLI, avril 1897 : *Progrès récents de la Cosmogonie*, par M. Moreux.

logicu avant d'être astronome), ce propos stupide qu'il n'avait pas eu besoin de l'*hypothèse* de Dieu.

II. Ici, avec le chapitre VI, nous quittons l'astronomie pour nous occuper de géogénie. Né d'un anneau de la masse nébulaire qui devait devenir notre Soleil, le globe que nous habitons a commencé par une phase stellaire ou solaire qui, vu sa très faible masse comparée à celle de l'astre central, a été *relativement* très courte, bien que, probablement, longue de nombreux milliers d'années. Une fois éteint, notre sphéroïde a subi un état comparable à celui que traverse actuellement la planète Jupiter : Cet astre, 1200 fois plus volumineux que la Terre, paraît être encore à l'état où la Terre, soleil éteint, était enveloppée d'une épaisse et opaque atmosphère, et trop chaude pour qu'aucun être vivant pût y prendre naissance. Suit un rapide exposé des transformations successives subies par la superficie terrestre sous l'action du refroidissement croissant, depuis les périodes archæennes et siluriennes jusqu'au pléistocène et au quaternaire actuel.

Dès le commencement de l'ère primaire, la vie avait fait son apparition. Elle ne cessa de se développer, dans la série végétale comme dans la série animale, sous les formes les plus variées. Tableau des embranchements et des classes suivi de la description des fossiles caractéristiques dans les deux règnes, de chaque époque, avec croquis des terres émergées correspondantes.

Les gravures et photographies, plus remarquables encore par leur exécution que par leur nombre (on en compte en moyenne deux par page, non compris les gravures de page entière), ont surtout un aspect pittoresque et attrayant dans la partie paléontologique : les grands végétaux de l'ère primaire, les sauriens géants de l'époque secondaire, les mammifères des périodes tertiaires, et enfin la faune du quaternaire contemporaine des premiers hommes, sont admirablement représentés (1).

Pour ce qui est de l'homme, en l'état actuel de la science, tous les faits concordent à démontrer que les premiers ossements bien authentiques qu'on a pu recueillir dans nos régions ne remontent pas au delà de la dernière phase interglaciaire ; tout paraît établir que la durée des périodes glaciaire et interglaciaire

(1) Non moins intéressantes, non moins dignes d'attention sont d'ailleurs les gravures, figures et photographies relatives à l'astronomie, entremêlées des portraits de plusieurs astronomes. M. l'abbé Moreux montre par là qu'il n'est pas moins bon artiste que fin lettré et savant professionnel.

ne peut guère dépasser quelques milliers d'années, sans qu'il soit possible, scientifiquement, de rien préciser à cet égard.

L'apparition de l'homme sur la terre, représente celle du type le plus complet, le plus achevé de la vie. Mais qu'est-ce que la vie ? Ni savants, ni philosophes n'ont pu jusqu'ici en donner une définition adéquate, et l'on pourrait lui appliquer la réflexion de saint Augustin à propos du temps : « Si nemo me quærat, scio ; si quærenti explicare velim, nescio (1). » Faute de définition, l'on peut du moins déterminer les caractères qui distinguent l'être vivant de l'être brut, inanimé. L'élément vital le plus simple consiste dans la cellule végétale ou animale, être déjà extraordinairement compliqué et contenant tout un monde d'infiniment petits, comparable, en sa petitesse, au monde infiniment grand que nous révèle l'astronomie. La cellule vivante se développe par elle-même à l'aide des éléments ambiants qu'elle utilise selon un plan préconçu qu'elle ignore et qui la dirige à la façon dont l'instinct guide l'insecte dans la préparation de l'alimentation d'une progéniture qu'il ne connaîtra pas. De cette cellule se formeront, par dédoublement, d'autres cellules, et ainsi se développera le processus de la vie dans la plante ou l'animal dont chaque organe est un savant agrégat de ces cellules.

Comment se sont formées, à l'origine, les premières cellules, comment s'établit le mécanisme de la matière vivante ? C'est ce que la science, au moins jusqu'ici, est impuissante à expliquer. Elle n'a donc pas le droit de combattre les solutions que peut donner à ces questions une science différente de la Science (avec S majuscule), au sens restreint qu'on attache aujourd'hui à ce mot, nous voulons parler de la philosophie et de cette partie de toute saine philosophie qui est étrangère aux choses de la matière et qui a nom : métaphysique.

Ces considérations amènent l'auteur à traiter la question de l'évolution transformiste. En dehors du monisme matérialiste, et dans la donnée spiritualiste, la seule acceptable, le transformisme n'intéresse ni la théologie, ni la métaphysique. Aussi est-ce sur le terrain exclusivement scientifique que le savant abbé Moreux combat cette théorie qui, il faut bien le dire, semble aujourd'hui passablement ébranlée.

La doctrine subit en effet une crise sérieuse (2). L'anarchie

(1) *Confessions*, l. XI.

(2) M. Le Dantec, professeur à la Sorbonne, l'un des champions du mo-

s'est mise dans le camp de ses patrons. Les tenants des anciennes théories subissent le reproche d'avoir piétiné sur place et de retarder de vingt ans. Le regretté M. Gaudry, l'éminent auteur des « Enchaînements du monde animal », avouait, paraît-il, ne pas croire à ces enchaînements *en tant qu'expliqués par la théorie transformiste*. Les néo-darwiniens cèdent maintenant le pas aux adhérents de Hugo de Vries (1) qui en revient aux transformations par sauts brusques qu'avait soutenues jadis feu le sympathique Directeur du Jardin Botanique d'Antibes, Charles Naudin.

La conclusion de toutes ces divergences est que la formule explicative de l'apparition des espèces successives n'est pas encore trouvée. Aussi notre auteur a-t-il beau jeu pour réunir en un faisceau serré toutes les objections, d'ordre d'ailleurs exclusivement scientifique, auxquelles les transformistes n'ont pu répondre. Signalons, en passant, celles qui concernent le monde des insectes. Nos lecteurs connaissent les admirables travaux de patiente observation de M. Henri Fabre : notre auteur emprunte à la magnifique série de *Souvenirs entomologiques* de ce savant, ses meilleures preuves contre l'origine évolutive des espèces dans cette classe.

Tout en rendant hommage à la force et à la vigueur d'argumentation de M. l'abbé Moreux, nous éprouvons cependant quelque hésitation, non point quant aux faits qu'il signale et aux conclusions impeccablement logiques qu'il en déduit, mais quant à l'universalité de ces conclusions. Le R. P. de Sinéty a donné naguère, ici-même (janvier 1906), une analyse des travaux d'un savant entomologiste allemand, le R. P. Wassmann, et a signalé l'exemple des coléoptères myrmécophiles et termitophiles. L'ordre des coléoptères (2) est paléontologiquement beaucoup plus ancien que les familles des fourmis et des termites ; celles-ci ne prennent d'importance qu'aux temps tertiaires, tandis que, dès le lias, les coléoptères atteignent un développement tel que beaucoup de familles et de genres actuels y sont déjà représentés. Cela étant, le P. Wassmann en déduit ce dilemme : ou bien, à l'époque tertiaire il y a eu création

nisme matérialiste, a lui-même publié récemment un volume sur cette crise du transformisme, et M. Driesch a donné, dans la REVUE PHILOSOPHIQUE, un important article sur le même sujet.

(1) Cf. Hugo de Vries, *Espèces et variétés, leur naissance par mutation*. Trad. de l'anglais, par E. Blaringhem. In-8° de VII-548 pp., Paris, Alcan, 1909

(2) Et de plusieurs autres insectes myrmécophiles et termitophiles.

d'une foule de nouvelles familles de coléoptères et autres insectes exclusivement myrmécophiles ou termitophiles ; ou bien ces hôtes des fourmis et des termites se sont formés aux dépens de souches préexistantes, dont les descendants se seraient progressivement transformés.

Le deuxième terme du dilemme semble au P. Wassmann beaucoup plus vraisemblable, au double point de vue scientifique et philosophique. Du reste, il ne généralise point ses conclusions ; ce n'est que « restreinte à de justes limites », que la théorie de la descendance lui paraît avoir une valeur scientifique.

On pourra objecter que, tout en ne remontant qu'à quelques années, les travaux du R. P. Wassmann ont déjà un peu vieilli. Cependant, les considérations qu'il invoque nous ont paru ne devoir pas être négligées, sans infirmer d'ailleurs cette conclusion du savant abbé Moreux : « La science est obligée d'avouer son impuissance à expliquer, par des transformations successives, l'apparition des différentes espèces. » Faut-il ajouter, parlant de la « crise violente » que traverse en ce moment l'évolutionnisme transformiste, que « tout fait présager qu'il ne s'en relèvera pas » ? C'est ce que nous apprendra sans doute un avenir plus ou moins prochain.

III. Nous voici arrivé au XIe et dernier chapitre de la brochure aussi attrayante que savante, de M. l'abbé Moreux. Mais l'importance et l'intérêt de ce chapitre sont tels qu'il demanderait, à lui seul, une analyse détaillée. Il a pour titre : *L'esprit et la matière*, et montre ces points d'arrivée fatals, où la science confine nécessairement à la métaphysique. Aboutissant par toutes ses avenues au mystère, la science n'a plus, en son propre sein, réponse aux questions que l'esprit humain continue à se poser. Ou plutôt, elle arrive à des prémisses auxquelles elle s'arrête, mais dont la raison, s'élevant plus haut, sait tirer les conclusions.

M. l'abbé Moreux nous fait d'abord un saisissant tableau de la constitution de la matière telle qu'elle résulte des plus récentes constatations scientifiques. Il nous montre la décomposition des *molécules* en *atomes*, des atomes en nombres immenses de *corpuscules*, les uns électrisés positivement, les *ions*, les autres, *électrons*, électrisés négativement, tous en mouvement et faisant de chaque atome un système analogue en son infinie petitesse à notre vaste système solaire. Ions et électrons semblent d'ailleurs n'être autre chose que des éléments électriques, en sorte

que la matière elle-même serait purement et simplement de l'électricité, et toutes les propriétés de la matière se réduiraient à des propriétés électriques.

Les vitesses du mouvement des électrons évoluant autour des ions, sont de l'ordre de grandeur de la vitesse de la lumière, et en dernière analyse, tout se ramène au mouvement ; sans doute l'énergie utilisable diminue, elle se *dégrade*, mais la somme de cette énergie reste constante. C'est elle qui, en se transformant, produit des phénomènes très diversifiés.

C'est par l'échelle de vibrations que l'auteur donne une idée de la manière dont ces phénomènes se peuvent répartir. Trente-deux vibrations par seconde de temps nous font entendre le son le plus grave que l'oreille humaine puisse percevoir ; 870 vibrations fournissent le *la* musical de la gamme moyenne. A partir de 33 000 vibrations, aucun son n'est plus perçu, bien que la gamme puisse s'étendre jusqu'à 34 *milliards* de vibration par seconde. De 34 milliards à 35 *trillions* par seconde, existe une série de phénomènes encore inconnus. Puis viennent les vibrations lumineuses, perceptibles à notre œil de 450 à 750 trillions par seconde, du rouge au violet. Au dessous du rouge les vibrations sont calorifiques, affectant en nous le sens du toucher. Au delà du violet sont les rayons chimiques, puis les rayons X...

Or, quand les 870 vibrations mécaniques du diapason parviennent, par chaque seconde, à notre tympan et, par la filière des divers organes de l'ouïe, en transmettent l'impression reçue aux nerfs, ceux-ci, « véritables fils électriques », la portent à la cellule cérébrale qui reçoit ainsi la totalité des vibrations émises par le diapason, c'est-à-dire un ensemble de mouvements purement mécaniques. Comment se fait-il que cet ébranlement mécanique transmis à mon cerveau se traduise pour moi dans la sensation d'un son ? que j'aie entendu non pas des vibrations, mais un son musical ?

La même forme de raisonnement est applicable à la vision des couleurs, comme à toute sensation. L'ébranlement de la cellule cérébrale est sans doute la *condition* de celle-ci, mais ne l'explique pas. La science physique ici n'a plus rien à dire. Mais ma raison me dit qu'il y a en moi, pour éprouver la sensation, *quelque chose* en plus du corps. Ce quelque chose, nous l'appelons l'*âme*.

Il y a mieux encore ; car, après tout, la sensation nous est commune avec les animaux, auxquels on peut accorder, avec saint Thomas, une certaine âme, mais une âme purement sen-

sitive. Sans envisager ce point de vue, M. Moreux trace, en quelques lignes, un excellent résumé de psychologie comparée où il établit la distinction fondamentale entre les phénomènes d'association d'images et de mémoire, mais exclusifs de tout jugement, chez l'animal, et les phénomènes d'*association d'idées* et de jugement abstrait, chez l'homme qui, finalement, pense sans organe, comme l'a remarqué Bossuet citant avec éloge Aristote.

Appuyé sur ces considérations, M. Moreux trace une rapide mais décisive réfutation du monisme et de l'évolutionnisme haeckelien ; et, montrant la supériorité de l'intelligence humaine, il la fait voir comprenant alors toute la profondeur de cette parole par laquelle se termine, dans la Genèse, l'œuvre des six jours :

« Puis Dieu dit : Faisons l'homme à notre image et à notre ressemblance. »

Et c'est là aussi, ajoute notre auteur, qu'aboutit la science humaine.

C. de Kirwan.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ASTRONOMIE

Annuaire pour l'an 1910, publié par le Bureau des Longitudes, avec des Notices scientifiques. Un vol. in-16, de 656 — A. 27 — B. 90 — C. 47 — D. 42 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1910.

L'Annuaire pour 1910 contient les données physiques et chimiques, mais on n'y trouve pas les données géographiques et statistiques. Dans la section astronomique, on donne les éphémérides des étoiles variables pour 1910, mais on supprime les tables relatives aux parallaxes, aux étoiles doubles, aux mouvements propres stellaires, etc. La liste des *planètes télescopiques* réunit les éléments des planètes ayant reçu un numéro définitif — elles sont au nombre de 659 — et ceux, encore incertains, de quelques astéroïdes auxquels il n'a pas été possible jusqu'ici d'attribuer un numéro définitif. A la date du 1er août 1909, le nombre des petites planètes découvertes atteignait environ 800.

Le volume comprend trois notices. La première est due à M. B. Baillaud ; elle a pour objet la réunion du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la carte du ciel en 1909. On sait que, en 1900, ce Comité avait ajouté à son programme la centralisation des travaux concernant la planète Éros qui devait passer très près de nous. Une occasion exceptionnelle s'offrait ainsi de déterminer la distance de la Terre au Soleil, unité des distances célestes. Un nombre énorme d'observations furent réunies ; leur réduction absorba, pendant deux ou trois ans et plus, l'activité de la plupart des observatoires participant à la Carte du Ciel et celle de bien d'autres encore ;

54 observatoires ; au moins ont publié leurs résultats. Au cours de cette dernière réunion, une communication relative à la parallaxe solaire déduite de ces observations d'Éros a été faite par M. Arthur Hinks, de l'Observatoire de Cambridge. Le jeune astronome a fait connaître le résultat définitif de ses discussions des observations photographiques et visuelles de la planète en vue de la détermination de la parallaxe solaire ; en voici le résumé :

Les mesures photographiques ont donné 8″,807 ± 0″,0027.

Les mesures visuelles 8″,803 ± 0″,0039.

L'ensemble de ces mesures 8″,806, à 2 ou 3 millièmes de seconde près.

Rappelons que les recherches de Le Verrier lui avaient donné 8″,86, les observations de Victoria et de Sapho avaient fourni à Sir David Gill 8″,80, et la discussion des observations faites par la mission française du passage de Vénus avait conduit Bouquet de la Grye à la même valeur 8″,80.

Dans la seconde notice, M. Ch. Lallemand s'occupe des marées de l'écorce et de l'élasticité du globe terrestre. C'est un chapitre ajouté à la mécanique céleste, et dont les éléments épars demandaient à être groupés et complétés. Il ne se prête pas à une brève analyse. Les lecteurs de la Revue pourront se reporter au bulletin d'Astronomie de la livraison du 20 juillet 1909 (page 349), où le phénomène des marées de l'écorce terrestre a été décrit en même temps que les recherches récentes faites à son sujet à l'Observatoire de Postdam.

Ce n'est pas seulement la richesse de ses renseignements, c'est aussi l'intérêt de ses Notices scientifiques qui ont rendu l'Annuaire si populaire. Bien peu de publications périodiques, à l'usage du grand public, renferment plus de documents authentiques sur le développement et les conquêtes des sciences physiques, et aucun livre de vulgarisation n'est comparable à ces notices si variées, si substantielles, si littéraires, signées des noms les plus autorisés. Il y a quinze ans, à l'occasion du centenaire de cette publication, la Revue en a raconté l'histoire et a analysé les notices principales (1). Il manquait à cet article des tables qui eussent permis d'utiliser plus facilement ce trésor. M. G. Bigourdan y pourvoit dans la troisième notice qu'il nous reste à signaler. Elle est formée tout entière des *Tables des notices de l'Annuaire du Bureau des Longitudes de l'origine à 1910*. Elles sont au nombre de trois : une *Table*

(1) Revue des Quest. sc., 2e série, t. VII, avril 1895, p. 463.

chronologique, donnant, dans l'ordre des années, les titres des notices, discours, etc. ; une *Table des noms d'auteurs*, et une *Table méthodique* ou par ordre alphabétique des matières.

Tous les lecteurs de l'ANNUAIRE en seront très reconnaissants à M. G. Bigourdan.

Observatoire royal de Belgique. ANNUAIRE ASTRONOMIQUE POUR 1910. Un vol. in-8° de VII-348-186*a* pages, figures dans le texte, 4 planches et une carte des fuseaux horaires hors texte. — Bruxelles, Hayez, 1909.

Ce volume a été conçu d'après un plan semblable à celui de l'année précédente : on y trouvera les éphémérides, les tables et les renseignements habituels mis à jour ; les parties relatives au globe terrestre, au magnétisme terrestre et à l'heure légale ont été complètement remaniées.

Trois notices scientifiques terminent le volume. L'une d'elles contient la fin d'un travail étendu de M. P. Vanderplasse, lieutenant d'artillerie : *Description, usage et réglage des montres marines et du sextant ;* les deux premières parties ont paru dans les ANNUAIRES pour 1908 et 1909.

Une autre notice, due à M. Delporte, expose les *Résultats donnés par l'installation des pendules à l'Observatoire d'Uccle*. Dans l'ANNUAIRE pour 1907, M. Delporte avait décrit cette installation modèle, alors en voie d'exécution et qui, depuis, a reçu son complet achèvement. Il indique, dans cette nouvelle notice, les modifications de détail qui y ont été apportées et les résultats qu'elle a donnés : ceux-ci sont excellents.

La notice que M. P. Stroobant consacre aux *Progrès récents de l'astronomie* intéressera surtout les lecteurs de l'ANNUAIRE. Ils y trouveront un résumé méthodique des travaux importants et des conquêtes astronomiques, au cours de l'année 1908. Quatre planches hors texte accompagnent ce travail, dont voici un rapide aperçu.

Le Soleil. Vue d'ensemble sur l'activité solaire en 1908 : elle a diminué par rapport aux années précédentes. — Analyse des recherches nombreuses et très intéressantes dont la *rotation du Soleil* a été l'objet.

La vitesse angulaire de rotation de la couche renversante augmente avec la hauteur au-dessus de la photosphère ; elle diminue avec la latitude héliographique. L'hypothèse de Halm

d'une variation de la durée de rotation dans le temps, ayant une période de trois ans, n'est pas confirmée. Si pareille variation existait, elle serait, en tous les cas, confinée dans les hautes latitudes et ne se présenterait pas dans la zone de grande activité solaire. — Une étude spéciale du déplacement des raies de l'hydrogène a montré que la vitesse de rotation déduite de ce déplacement est plus grande que celle que fournissent les taches, les facules et l'ensemble de la couche renversante ; la diminution aux latitudes élevées y est aussi beaucoup moins prononcée. — Le spectrohéliographe a permis d'utiliser les flocculi pour l'étude du même phénomène : l'accélération équatoriale est évidente pour les flocculi de calcium, tandis que les flocculi d'hydrogène ne montrent pas une variation systématique de la vitesse angulaire de rotation avec la latitude. — M. Hale a constaté l'existence de tourbillons autour des taches. Les gaz qui tournent ainsi entraînent des particules électrisées. Les corpuscules négatifs prédominent ; d'où l'équivalent d'un courant électrique et, par suite, production d'un champ magnétique suivant l'axe de la tache. Ce champ magnétique est assez puissant pour produire le dédoublement des raies spectrales avec les particularités qui caractérisent le phénomène de Zeeman. D'après M. Hale, l'intensité du champ des taches semble varier très rapidement suivant un rayon solaire ; il serait très faible au niveau supérieur de la chromosphère. Si les recherches ultérieures confirment ce fait, il faudra admettre que les tempêtes magnétiques terrestres ne sont pas l'effet direct du champ magnétique des taches solaires (1).

Étude des dimensions, des formes, des transformations et des mouvements des granules de la photosphère.

Observations pendant les éclipses totales. L'éclipse totale du 3 janvier 1908 a été observée à Flint Island, par une mission de l'Observatoire Lick : la recherche de planètes intramercurielles a donné un résultat négatif. Le spectre de la partie inférieure de la couronne s'est montré continu entre λ 3200 et λ 5100. Deux raies nouvelles d'origine coronale ont été constatées. La proportion de lumière émise par la couronne était relativement grande par rapport à la lumière solaire réfléchie. La comparaison des photographies de l'éclipse avec celles de

(1) Voir, *Sur les champs magnétiques des taches solaires*, la conférence de de M. G. E. Hale, à la Société française de Physique (23 avril 1909), publiée dans le JOURNAL DE PHYSIQUE, livraison de juillet 1909.

la photosphère, prises à la même époque au Mont Wilson, indique que les perturbations photosphériques et coronales avaient entre elles d'étroites relations.

Les grosses planètes et les satellites. Le passage de Mercure sur le Soleil (14 novembre 1907) a donné pour le diamètre angulaire de cette planète, à l'unité de distance, 6″,20 et 6″15, valeurs un peu inférieures à celle adoptée généralement. — Des spectrogrammes de Mars et de la Lune, pris par M. V. M. Slipher, à l'Observatoire Lowell, à Flagstaff (2210 mètres d'altitude) ont semblé montrer que la bande *a*, due à l'absorption de la vapeur d'eau, est plus accentuée dans le spectre de Mars que dans celui de la Lune, quand l'influence de l'atmosphère terrestre diminue. On en a conclu que la présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de Mars est démontrée. M. Stroobant fait remarquer que « ce résultat n'a pas été confirmé par les spectrogrammes obtenus récemment par les observateurs de Lick Observatory au sommet du Mont Whitney, à 4420 mètres d'altitude (NATURE, vol. 81, p. 376). » On trouvera, dans le n° 169 du LICK OBSERVATORY BULLETIN, le récit de l'expédition Crocker au Mont Whitney, le détail des observations, leur discussion et leurs résultats, avec le résumé et la critique des recherches antérieures relatives au même objet, entre autres de celles de M. Slipher : la présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de Mars ne serait nullement démontrée.

Jupiter. — Spectres des grosses planètes, Satellites. M. Melotte a trouvé, sur huit clichés obtenus avec le réflecteur de 30 pouces de l'Observatoire de Greenwich, du 27 janvier au 28 février 1908, un astre très faible dans le voisinage de Jupiter. Au début, on le considéra comme un astéroïde. Le 3 et le 23 mars, la position de cet astre fut déterminée photographiquement par M. Wolf à Heidelberg, puis à Greenwich le 27 et le 31 mars, le 3 et le 24 avril et enfin le 1er et le 29 avril, par M. Perrine, à Lick Observatory. L'ensemble de ces observations a montré que cet astre est un nouveau satellite de Jupiter, le huitième : son mouvement est rétrograde et sa distance à la planète beaucoup plus grande que celle des autres satellites connus.

Petites planètes. Au cours de l'année 1908, on a trouvé 103 astéroïdes considérés comme nouveaux au moment de leur découverte ; les observations ultérieures en décideront sans doute autrement pour plusieurs d'entre eux.

Comètes. Quatre comètes ont été découvertes en 1908 ; l'une

d'elles, observée le 1er septembre par M. Morehousse à Yerkes Observatory et le 3 septembre par M. Borrelly à Marseille, a été visible à l'œil nu à la fin d'octobre et en novembre. Sa marche dans le ciel, son aspect, ses transformations, son spectre ont fait l'objet d'un grand nombre d'observations, dont M. Stroobant donne un résumé substantiel.

Univers sidéral. — Catalogues et cartes. — Étoiles variables. Dans le cours de l'année 1908, 175 variables nouvelles ont été annoncées ; presque toutes ont été découvertes par la photographie. M. Stroobant donne la liste des 52 variables nouvelles définitivement cataloguées par la commission de l'*Astronomische Gesellschaft*. Elles se répartissent de la manière suivante : 14 à longue période, 14 à courte période, 11 du type d'Algol, 1 du type de U Gémeaux et 12 irrégulières ou de période non encore déterminée, 1 semble devoir être rangée dans la classe des étoiles nouvelles. — *Étoiles doubles.* Deux cents étoiles doubles nouvelles ont été découvertes à Lick Observatory. M. Lohse a publié les observations de 163 doubles à mouvement rapide, qu'il a effectuées, de 1889 à 1907, à l'Observatoire de Potsdam. M. P. V. Neugebauer a calculé les orbites de 29 de ces étoiles. On les trouvera dans le tableau, dressé par M. Stroobant, des éléments de 54 étoiles doubles, récemment calculés. — *Vitesses radiales. Étoiles doubles spectroscopiques.* Les éléments d'un certain nombre d'étoiles doubles spectroscopiques ont été déterminés ou calculés à nouveau. M. Stroobant en donne le tableau. Il dresse également la liste de celles qui ont été découvertes au Mont Hamilton et à Santiago, etc. — *Distance, distribution et mouvement des étoiles. Mesure des parallaxes.* MM. J. C. Kapteyn et de Sitter ont conclu, des clichés obtenus par Donner à Helsingfors, la valeur de la parallaxe de 3650 étoiles. La plupart sont de 9e, de 10e et même de 11e grandeur photographique ; les parallaxes négatives sont nombreuses. — Un tableau donne le *nombre des étoiles par degré carré* d'après M. Kapteyn, de la grandeur 5,5 à 18,5. — M. Kapteyn a étudié la variation de la densité stellaire moyenne avec la distance au système solaire. Cette étude a été faite en supposant qu'il n'existe pas d'absorption de la lumière dans l'espace interstellaire. Elle conduit, entre autres conclusions, à celle-ci : La limite de l'univers stellaire connu serait à une distance de nous égale à 32 000 années de lumière. D'autres recherches sont résumées, relatives au transport du système solaire et aux mouvements propres des

étoiles, que nos lecteurs connaissent (1). — *Amas stellaires et nébuleuses*. Publication de nouveaux catalogues de ces objets.

Un dernier paragraphe est consacré aux *Coordonnées géographiques* récemment déterminées, et à la *variation des latitudes*.

Annuaire pour l'an 1910, publié par la Société belge d'Astronomie. Un vol. in-8° de 182 pages. — Bruxelles, 1910.

Nos lecteurs connaissent ce « Guide de l'amateur astronome météorologiste » qui répond très bien à son but.

Une *Notice historique sur la comète de Halley* termine le présent volume. Elle est malheureusement écrite sans souci de la forme, et quelques inexactitudes s'y sont glissées. Un beau portrait de Halley et une planche rappelant les aspects de la célèbre comète, en 1835-1836, accompagnent cette notice.

ENTOMOLOGIE

La systématique des Coléoptères. — L'abondance des Coléoptères et la facilité relative de leur conservation ont dès longtemps attiré l'attention de nombreux collectionneurs, et ces insectes ont été l'objet des patientes observations d'une armée de savants entomologistes. Aussi en sommes-nous à connaître actuellement plus de 120 000 espèces, distribuées en 130 familles.

Comment s'y prendre pour ne pas se perdre dans cette foule ? Comment mettre de l'ordre dans une pareille multitude ?

Depuis Latreille, on rangeait les divers groupes de Coléoptères d'après le nombre d'articles de leurs tarses : il y en a cinq, quatre ou trois ; d'où les noms classiques de *Pentamera, Heteromera, Tetramera* et *Trimera*.

Cette division, parfois un peu obscure, a le grave défaut de rapprocher des formes, semblables par l'extrémité des pattes, mais très différentes pour tout le reste, et, au contraire, d'en séparer beaucoup d'autres évidemment voisines. Une nouvelle

(1) Voir, dans cette livraison, l'article du P. Gaillard, *Courants d'étoiles*.

division plus naturelle s'imposait, mieux en rapport avec l'état actuel de nos connaissances.

La classification de Lameère prend pour point de départ la forme bien connue des élytres, d'où la division en trois grandes sections : 1. *Cantharidiformia*, 2. *Staphyliniformia*, 3. *Carabiformia*.

D'autres auteurs, Ganglbauer par exemple, ont introduit d'autres divisions principales, telles que *Adephaga* et *Rhynchophora*, outre celles des sections moins importantes qu'on admettait déjà, comme *Lamellicornia*, *Longicornia*, etc.

M. Kolbe, de Berlin, a envisagé l'ensemble des caractères organiques, en a estimé la perfection et a établi une sorte d'échelle de tous les groupes, en tenant compte de la forme des larves, comparée à celles d'autres ordres d'insectes, pour en tirer des renseignements taxonomiques. Il est parvenu ainsi à établir une classification complète et graduée de tous les groupes actuellement connus. Voici les grandes lignes de cette classification.

L'ordre des Coléoptères est divisé en deux sous-ordres : I. Adephaga (Caraboidea) et II. Heterophaga.

Le sous-ordre des *Adephaga* contient les Coléoptères moins parfaits, selon M. Kolbe, et comprend un seul groupe de familles, parmi lesquelles nous signalerons les *Carabidæ*, les *Dytiscidæ* et les *Gyrinidæ*.

Le sous-ordre des *Heterophaga*, très nombreux, est à son tour démembré en divisions et sous-divisions, en sections et groupes de familles. Il serait trop long d'exposer ici en détail cette nomenclature : bornons-nous à quelques groupes.

La première division, *Haplogastra*, avec le sternite des segments abdominaux 2 et 3 libre, contient le groupe des *Staphylinoidea*, avec les familles, entre autres, des *Staphylinidæ*, *Silphidæ* et *Histeridæ*.

Les *Symphyogastra* comprennent ceux de la deuxième division, beaucoup plus nombreuse, à sternites 2 et 3 fondus ensemble. Nous y remarquons les *Rhynchophora*, constituant le quatorzième groupe de familles, avec les *Scolytidæ*, *Rhynchitidæ*, *Apionidæ*, *Curculionidæ*, etc.

D'après M. Kolbe, les *Rhynchophora* sont les plus parfaits des Coléoptères, ceux qui occupent le sommet de la pyramide dont les *Caraboidea* sont à la base.

La classification de M. Kolbe est susceptible d'amélioration,

sans doute ; mais, à notre avis, elle est de nos jours celle qui réalise le mieux le groupement méthodique de ces êtres polymorphes.

La systématique des Forficules — La connaissance de ces insectes avance à grands pas depuis peu d'années. Placés généralement parmi les Orthoptères, ils ont été récemment élevés au rang de sous-ordre, et même d'ordre, sous le nom de Dermaptères *(Dermaptera)*. La sous-division en familles et en tribus a été essayée d'abord d'une manière empirique par M. Bormans. M. Verhoeff, de Berlin, entraîné par l'idée d'une systématisation plus parfaite, a agi, semble-t-il, d'une façon un peu révolutionnaire, en introduisant un grand nombre de familles.

Tout dernièrement, M. Burr, l'orthoptériste anglais bien connu, s'est montré plus modéré, et s'est borné à admettre cinq familles dont il donne la caractéristique et dont il délimite l'extension et les genres. Voici les cinq familles que M. Burr donne comme éléments provisoires de la systématique des Forficules : *Apachyidæ*, *Pygidicranidæ*, *Labiidæ*, *Labiduridæ*, *Forficulidæ*. Plusieurs de ces familles sont divisées en sous-familles (4 pour les *Pygidicranidæ* et 5 pour les *Forficulidæ)*, qui seront peut-être élevées au rang de familles, au fur et à mesure que d'autres espèces seront déterminées et que l'on connaîtra mieux leurs rapports. Notons que quelques genres sont un peu flottants entre deux familles, et que d'autres exigent déjà un démembrement. M. Burr indique la division : ainsi, par exemple, pour *Anisolabis*, il introduit le genre *Borellia* (en honneur de l'orthoptériste italien, M. Borelli) comprenant, entre autres, *Borellia mœsta* commun en Europe.

Le genre Acridium (Orth.). — Les Acridium sont de gros Orthoptères, en dépit de leur nom, ἀκρίδιον, diminutif d'ἀκρίς, *sauterelle*. Ils sont répandus dans tout l'ancien monde et en Australie ; on en compte 130 espèces au total. Feu le capitaine Finot a entrepris la monographie de ce genre. Depuis sa création par Geoffroy, en 1762, il a été plusieurs fois remanié, sectionné et accru. Grâce à sa belle collection, une des plus riches en Orthoptères, et à sa bibliothèque orthoptérologique, M. Finot a pu mener à bien sa monographie. Son mémoire, publié dans les Annales de la Société entomologique de France, en 1907, donne la liste des espèces décrites par ses devanciers et dont vingt sont décrites à nouveau ; on y ajoute deux espèces de Brunner

inédites, et six autres nouvelles, dont on donne la description complète. Le mémoire du savant orthoptériste est une œuvre remarquable d'exactitude et de critique. Sa collection, léguée à sa mort au Musée de Paris, est un modèle de soin et d'élégance dans la préparation des échantillons.

Les Orthoptères de l'Amérique. — De longs mémoires sur diverses sections d'Orthoptères et leur provenance, sont sortis de la plume inlassable de M. James A. G. Rehn, de l'Académie des Sciences de Philadelphie (États-Unis), et de M. Andrew Nelson Caudell, du Musée de Washington. Bon nombre d'Orthoptères, provenant de Sampucay, au Paraguay, du Sud de l'Arizona, du Brésil et de la Floride, ont été décrits par le premier, qui a porté aussi ses recherches sur ceux de Sumatra et de l'Australie ; tandis que le dernier a étudié surtout les riches collections du Musée de Washington, et entrepris de rédiger la bibliographie orthoptériste depuis 1900.

Les Névroptères d'Espagne et Portugal. — Depuis longtemps la faune entomologique de la péninsule ibérique a attiré l'attention de plusieurs naturalistes d'Europe. Elle le mérite, en effet, par son extrême richesse et sa grande variété. Celui qui l'a fait connaître le mieux, dans la première moitié du dernier siècle, est, sans doute, l'entomologiste Rambur par sa publication de la *Faune de l'Andalousie* et celle de ses *Névroptères*, faisant suite à Buffon.

M. Édouard Pictet, fils du célèbre névroptériste et géologue François Pictet, de Genève, au cours d'un voyage en Espagne, a recueilli quelques névroptères qui lui ont servi à compléter l'œuvre de Rambur par la publication, en 1865, de la *Synopsis des Névroptères d'Espagne*. Elle contient 142 espèces réparties en 9 familles.

Mais il restait encore beaucoup à faire. M. Mac Lachlan, de Londres, et quelques autres ont porté à 200 le nombre des espèces de la faune névroptérologique d'Espagne.

Dernièrement l'auteur de ces lignes a repris la même étude ; aidé par plusieurs correspondants, et par la publication du mémoire *Neurópteros de España y Portugal*, qui a paru dans la revue portugaise Broteria, il a fait monter à 450, en chiffres ronds, le nombre des formes des Névroptères, distribuées en 3 sous-ordres, 6 sections, 39 familles, 172 genres, 408 espèces et 41 variétés.

Le terrain n'est pas épuisé, il s'en faut de beaucoup ; depuis le mois de juin 1908, terme de la publication du mémoire mentionné ci-dessus, on a fait connaître d'autres formes, dont quelques-unes nouvelles, de sorte qu'on peut considérer le nombre de 500, comme représentant l'état actuel de nos connaissances sur les Névroptères de la péninsule ibérique.

Les Névroptères des îles de l'Inde. — M. Van der Weele s'est imposé la tâche d'étudier deux branches de Névroptères, les *Mecoptera* et les *Planipennia*, considérés comme des ordres autonomes par l'auteur et d'autres, qui sont du même avis. Son travail, publié dans les *Notes from the Leyden Museum*, est la mise au point de toutes nos connaissances sur ces insectes habitant les îles de l'Inde, principalement Java. Il a résumé l'œuvre de ses devanciers, étudié les échantillons du Musée de Leyde et d'autres musées d'Europe, rectifié plusieurs noms, signalé les synonymies, et ajouté d'autres espèces et des genres nouveaux.

Outre les Panorpides, rangés parmi les Mécoptères, nous y voyons les familles suivantes : Ascalaphides (non inclus dans cette étude, mais décrits dans la monographie des Ascalaphides du même auteur), Myrméléonides, Conioptérygides, Mantispides, Hémérobides, Chrysopides, Nymphides et Osmylides. Les familles Myrméléonides et Chrysopides surtout y sont bien représentées.

Des clefs analytiques des familles, genres et espèces, donnent une idée très nette de la disposition et des rapports des différentes formes. Le tout est accompagné de figures dans le texte et de cinq planches hors texte.

L'étude du Dr Van der Weele est un grand pas vers la connaissance des Névroptères orientaux, et une base solide pour de nouveaux progrès.

Les Ascalaphides. — Ce sont de curieux Névroptères, voisins des Fourmis-lions. Leurs antennes fréquemment très longues, toujours terminées en massue dilatée, elliptique ou piriforme, permettent de les distinguer facilement des autres Névroptères. Les formes bizarres et les vives couleurs de quelques genres *(Ascalaphus)* ont souvent retenu l'attention des naturalistes, qui, par erreur, les ont pris parfois pour des papillons.

Le nombre d'espèces connues était cependant resté très restreint. Plusieurs entomologistes avaient étudié quelques formes ; M. Mac Lachlan avait essayé une monographie *(An*

attempt toward a Systematic Classification of the Family Ascalaphidæ, 1871), où l'on trouve déjà 27 genres et un nombre total de 90 espèces. Plus tard, d'autres auteurs y avaient ajouté quelques espèces nouvelles, mais sans porter le nombre total au delà de 130 à 140, distribuées en 37 genres.

M. Van der Weele, chargé de l'étude de la collection Selys, très riche en types anciens et récents, a dressé la monographie de toute la famille, aidé par les collections des principaux musées d'Europe, qui lui ont été généreusement ouvertes. Aussi a-t-il pu élever le nombre des espèces connues à 201 et celui des genres à 54. Il a remanié du même coup toute la classification, créé de nouvelles tribus, et introduit des sous-familles.

En prenant pour base la division des yeux, particulière à la plupart de ces insectes, la longueur des antennes et la veination des ailes, la famille des Ascalaphides se divise à présent en trois sous-familles :

I. *Protascalaphinæ*. Antennes plus courtes que le thorax, yeux simples.

II. *Holophthalminæ*. Antennes plus longues que la tête et le thorax pris ensemble ; yeux entiers.

III. *Schizophthalminæ*. Antennes plus longues que la tête et le thorax ; yeux divisés par un sillon transversal.

La première sous-famille est divisée en deux tribus : *Stilbopterygini* et *Albardini* ; la deuxième n'est pas divisée, et la troisième, de beaucoup la plus nombreuse, se partage en sept tribus, savoir : *Ululodini*, *Suphalacsini*, *Acmonotini*, *Proctarrhelabrini*, *Hybrisini*, *Encyoposini* et *Ascalaphini*.

La description de chaque espèce est accompagnée de la figure correspondante ; la plupart de ces figures sont des agrandissements photographiques, d'autres sont des lithographies formant deux planches coloriées.

L'ouvrage de M. Van der Weele restera longtemps classique, et servira de base aux études ultérieures. Aux 201 espèces qu'il renferme, il faut déjà en ajouter trois : *Glyptobasis ? Porteri* Brethes, du Chili, décrite pendant l'impression, et les deux *Episperches Molinai*, de Colombie et *Idricerus Weelei*, de Victoria, que j'ai décrites postérieurement.

Les Odonates du Mexique et de l'Amérique centrale. — La faune si riche et si variée du Mexique a toujours eu un vif attrait pour les collectionneurs et les spécialistes ; celle de l'Amérique centrale est l'objet d'un grand ouvrage, *Biologia*

Centrali-Americana, dont plusieurs superbes volumes ont déjà paru.

Pour ce qui concerne la faune odonatologique, on pourrait dresser une longue liste de collections : les ouvrages d'Hagen et Selys, publiés en 1861 et les années suivantes, et ceux de Kirby, en 1890, ont augmenté considérablement le nombre des espèces connues ; mais les études plus récentes de l'odonatologiste nord-américain M. Philip P. Calvert en ont triplé le nombre. En effet, le catalogue de Kirby donne 89 espèces pour le Mexique et 31 pour l'Amérique Centrale ; grâce à Calvert, ces nombres se sont élevés à 219 et 208 respectivement.

Si nous comparons cette faune à celle d'Europe, où l'on compte une centaine d'espèces, ou un peu plus, nous voyons que la faune du Mexique et celle de l'Amérique centrale sont au moins deux fois plus riches, si l'on tient compte que ces régions sont beaucoup moins explorées que l'Europe où l'on ne peut guère espérer trouver de nouvelles espèces d'Odonates.

Les Perlines du Japon. — L'étude des insectes du Japon fait de notables progrès. M. le professeur Klapalek, spécialiste dans l'étude des Perlides, s'est chargé de la revision de la sous-famille *Perlinæ* de cette région de l'Extrême-Orient. Si l'on fait abstraction de quelques travaux anciens, Mac Lachlan en Angleterre et Needham aux États-Unis ont de nos jours étudié quelques espèces, six en tout, comprises dans le genre *Perla*. M. Klapalek nous en offre 17, qu'il répartit en deux genres : *Neoperla* et *Acroneuria*, avec les sous-genres *Kiotina*, *Kamimuria*, *Niponiella*, *Paragnetina*, *Togoperla* et *Oyamia*.

Outre la partie purement taxonomique, M. Klapalek a introduit une amélioration dans les descriptions : il a remanié celles des anciens auteurs, en donnant plus d'importance aux caractères organiques qu'à la simple coloration, et surtout aux caractères génétiques, dont les appareils sont figurés. Lorsqu'on ne connaissait qu'un nombre réduit d'espèces d'un groupe quelconque, la description basée en grande partie sur la couleur suffisait généralement ; mais dès que le nombre augmente, il est indiqué de porter l'attention de préférence sur les caractères organiques, afin de délimiter avec exactitude les espèces ; or les caractères les plus décisifs sont généralement ceux qui dérivent de l'appareil reproducteur.

Les espèces européennes du genre Perla (Plécoptères). — Depuis Pictet et Rambur, ce genre a subi des remaniements qui y ont jeté un peu de confusion. C'est à M. le professeur Klapalek, de Prague, qu'on doit d'avoir délimité les espèces appartenant à la faune européenne. Pour la mieux distinguer, il divise le genre *Perla* en 5 sous-genres, tous créés par lui et dont l'ensemble comprend 15 espèces se trouvant en Europe. Trois d'entre elles sont nouvelles, *megacephala, dacica* et *elegantula*. D'autres, que la synonymie avait fait disparaître, *bætica* et *matritensis*, ont été rétablies, en même temps qu'on étendait beaucoup leur aire de dispersion ; malgré leurs épithètes, nous voyons citer la *bætica* des Alpes et la *matritensis* de la Bulgarie.

Les Trichoptères du Japon. — Les Trichoptères du Japon ne sont pas pleinement connus, mais les progrès récents sont considérables, grâce aux études de M. Ulmer de Hambourg. Déjà M. Mac Lachlan, en 1906, avait fait connaître un bon nombre d'espèces, et M. Banks en avait décrit d'autres. En somme, nous connaissons actuellement, des Trichoptères du Japon, 38 genres et 51 espèces, appartenant aux 13 familles reconnues des Trichoptères ; et nous en sommes redevables surtout aux trois auteurs dont nous venons de rappeler les noms. Récemment, en 1908, M. Ulmer y a ajouté encore la description de six espèces.

Les Diptères des îles Canaries et de Madère. — Les oiseaux, les plantes et les insectes de ces îles privilégiées avaient été l'objet d'investigations plus ou moins soignées, voire même d'ouvrages magnifiques ; mais les Diptères avaient été un peu négligés. Quelques voyageurs, cependant, avaient rapporté de ces îles d'importants matériaux d'étude, M. Alluaud, entre autres, l'explorateur de la faune entomologique de l'Afrique.

Pour les Canaries, déjà M. Macquart, dans l'*Histoire Naturelle des Iles Canaries, Diptères,* 1839, décrivait 108 espèces. Beaucoup plus tard, M. Bigot en rendant compte du voyage de M. Ch. Alluaud aux Iles Canaries, dans les Annales de la Société Entomologique de France, 1892, décrivait encore 10 espèces. Mais il restait beaucoup à faire. M. Becker, le diptériste de Liegnitz, a entrepris deux excursions aux Iles Fortunées et, avec la collaboration du vaillant entomologiste de La Laguna de Ténériffe, M. le Dr Anatael Cabrera y Diaz, il a pu élever à 552 espèces le nombre total des Diptères qu'on connaît de ces îles. De ce nombre, 218 sont connues seulement comme

habitant ces îles si riches au point de vue entomologique. Il va sans dire qu'un grand nombre de formes nouvelles, variétés, espèces, genres, sont décrits dans le mémoire de M. Becker publié dans les Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin, 1908.

Tout cela nous laisse, sans doute, bien loin encore de la réalité ; il suffit, pour s'en convaincre, de se rappeler qu'on connaît de la faune d'Europe, ou, plus exactement, de la faune paléartique, le nord de l'Afrique exclu, 11 000 espèces de Diptères, en chiffres ronds ; et on suppose qu'en Afrique il y a au moins 9000 espèces, dont on ne connaît qu'un tiers, soit environ 3000.

La faune diptérologique de l'île de Madère est moins connue encore que celle des Iles Canaries, malgré son voisinage du continent européen. M. Becker l'a fait connaître, aidé par ses propres récoltes et par les envois du R. P. Ernest Schmitz, Directeur du Séminaire de Funchal, et de M. Barreto, élève du Séminaire. Grâce à cette collaboration active, le nombre des Diptères connus de cette île, est arrivé à 212 espèces, dont 17 sont nouvellement décrites dans les Mitteilungen, les autres étant seulement énumérées, avec indication de la localité ou de l'auteur qui les a citées.

Nouvelles publications. — Aux revues déjà nombreuses consacrées à l'entomologie en général ou à quelqu'une de ses branches, les Coléoptères, par exemple, ou les Lépidoptères, il s'en est ajouté de nouvelles, parmi lesquelles nous signalerons les deux suivantes de création toute récente :

O entomologista brasileiro, revue mensuelle publiée à São Paulo, Brésil, par le Cte Amadeu Barbiellini. Fondée en 1908, elle publie des articles surtout d'entomologie pratique et appliquée : les abeilles, les vers à soie, les insectes nuisibles à l'agriculture, etc. C'est l'unique revue de ce genre qui se publie dans toute l'Amérique méridionale, nous dit l'éditeur.

Pomona Journal of Entomology. Le Collège Pomona, de Claremont, en Californie (États-Unis), a entrepris à lui seul une publication entomologique d'aspect sédnisant éditée avec luxe et dont la richesse du fond répond à celle des figures.

Signalons aussi la nouvelle *Société Entomologique de l'Ile Rhode* (États-Unis), fondée sous la présidence de M. Reynold.

Le premier Congrès d'Entomologie. — Le premier Congrès international d'Entomologie, qui promet d'avoir un grand

retentissement, aura lieu à Bruxelles, du 1er au 6 août 1910. Plusieurs entomologistes de diverses nations se sont chargés d'en préparer les travaux : M. Jordan, pour l'Angleterre, les colonies anglaises et l'Amérique méridionale ; M. Séverin, pour la Hollande, la Belgique, les États-Unis et le Mexique ; M. Janet, pour la France, les colonies françaises, l'Espagne et le Portugal ; M. Horn, pour l'Europe orientale, le Danemark, l'Allemagne, la Suisse et l'Italie. Le Président du Congrès sera M. Lameère, et le Secrétaire général M. Séverin, tous les deux de Bruxelles. La cotisation est fixée à 25 francs.

Nécrologie. — L'Entomologie a perdu, dans ces derniers temps, d'excellents ouvriers. Citons entre autres :

M. F. W. Konow, le savant hyménoptériste allemand. A lui seul il publiait une revue, continuée par la Société Entomologique d'Allemagne qui, dès le 1er mai 1908, l'a incorporée dans ses publications.

M. Adrien Prosper Finot, capitaine en retraite, à Fontainebleau, s'était distingué par l'étude des Orthoptères, dont il possédait une riche collection, léguée au Musée de Paris. La faune orthoptérologique de France a été enrichie par lui à diverses reprises.

M. Alfred Giard, à Orsay (France), était un des plus actifs naturalistes français ; ses recherches ont porté sur diverses branches, surtout sur l'entomologie, et ont été couronnées du plus grand succès.

Le Dr Régimbart s'était illustré par l'étude des Coléoptères aquatiques. Sa collection n'a pas été dispersée, comme tant d'autres, à la mort de son propriétaire ; grâce à la générosité de quelques entomologistes de France qui l'ont achetée pour 5000 francs, elle a été jointe aux collections du Musée de Paris.

Le Dr Fletcher venait d'être élu Président de la Société Entomologique d'Ontario, lorsque la mort l'a frappé, le 3 novembre 1908, à Montréal (Canada), à l'âge de 56 ans.

M. William H. Ashmead, l'hyménoptériste du Musée National de Washington, a terminé aussi une carrière glorieuse pour la science à l'âge de 53 ans.

Longin Navas, S. J.

PHYSIQUE

—

Phénomènes présentés par le palladium incandescent dans le vide. — L'absorption des gaz par les métaux, l'altération superficielle, la « fatigue » des électrodes à la suite des décharges, la radiation ionisante des métaux incandescents ont été l'objet d'études attentives et ont conduit à des phénomènes bizarres qui semblent défier toute systématisation. Ces trois causes à la fois — et probablement encore bien d'autres — ont leur rôle dans une série d'expériences nouvelles publiées récemment par H. V. Gill, S. J. (1).

Il est intéressant de voir les théories électroniques aux prises avec ces nouveautés étranges, qui eussent déconcerté la physique d'il y a vingt ans. Les interprétations modernes étonnent par leur ingénieuse souplesse à se modeler sur les faits inattendus qu'on leur soumet par milliers. Elles attirent comme des solutions d'énigmes.

Voici brièvement les faits observés par H. V. Gill. Un fil de palladium rendu incandescent par le passage du courant s'entoure, au sein d'une atmosphère raréfiée (0,2 à 0,003 mm. de pression), d'une luminescence violette sous forme de halo. Un espace sombre sépare le fil du milieu luminescent. Un champ électrique ou magnétique est sans influence sur le phénomène. Par contre, la chaleur et le froid (air liquide) le suppriment. Divers dispositifs ont permis de montrer qu'il est en relation étroite avec les gaz occlus dans le palladium. Le palladium présente, en effet, à son égard une sorte d'épuisement, et ne recouvre ses propriétés, quand il les a perdues, qu'après un séjour de plusieurs semaines à l'air libre. La luminescence ne se produit pas non plus dans une atmosphère privée de vapeur d'eau. Le froid intense, qui condense et solidifie la vapeur, fait disparaître le halo. L'observation au spectroscope décèle la présence de quelques raies très faibles de l'oxyde de carbone.

L'auteur propose l'explication suivante. On sait que le palladium, saturé d'hydrogène et en présence de la vapeur d'eau, provoque la combinaison de l'oxygène avec l'oxyde de carbone. Sous l'influence de la chaleur, le fil de palladium cède au milieu

(1) Proc. Royal Soc. A. vol. 82, p. 461, 1909 : *On a new Kind of Glow from Palladium in vacuum Tubes.*

gazeux qui l'environne l'hydrogène, l'oxygène et l'oxyde de carbone qu'il tient condensés. De plus, il se désagrège. Les atomes qui s'en détachent n'ont point, vu leur haute température, de charge d'hydrogène. Parvenus à certaine distance du fil, ils se trouvent suffisamment refroidis pour fixer de nouveau l'hydrogène gazeux et déterminer par leur action catalytique la formation du bioxyde de carbone. Cette dernière combinaison produirait la luminescence du gaz.

L'interprétation proposée rend compte de la plage obscure autour du fil : la température y est trop forte pour que les particules puissent se charger d'hydrogène. Elle explique aussi et la nécessité d'employer du palladium « neuf » ou régénéré, et l'extinction causée par le froid qui annule l'action de la vapeur d'eau, et celle qu'entraîne l'application de la chaleur, qui libère l'hydrogène fixé par le palladium.

De l'aveu de l'auteur, cette interprétation théorique n'est qu'une ébauche. Elle ne tient pas compte de l'ionisation qui intervient. Ainsi le gaz s'illumine plus facilement quand il a été ionisé au préalable par une décharge. De plus, la longue durée nécessaire pour la régénération du palladium est en rapport avec la régénération de sa propriété ionisante, plutôt qu'avec la fixation des gaz atmosphériques, qui se fait beaucoup plus rapidement.

Ces intéressantes expériences appellent donc un complément. L'auteur nous le promet. La marche de la science n'est-elle pas d'ailleurs un développement par approximations successives et une éternelle mise au point ?

Les phénomènes de l'Électrolyse. — M. Koçonogoff publie dans le Journal de la Société de Physique et de Chimie de St-Pétersbourg, les premiers résultats d'une méthode nouvelle d'observation des phénomènes de l'électrolyse. Il a mis à profit la puissance de l'ultramicroscope pour surprendre sur le vif et sans intermédiaire le jeu des éléments actifs du courant électrolytique. Le succès de cette tentative mérite d'être signalé.

L'électrolyte, observé au moyen du microscope sous un faisceau convergent de rayons latéraux, présente, avant le passage du courant, l'aspect suivant : un fond obscur constellé de points brillants agités dans tous les sens de vibrations rapides. Si l'on fait passer le courant dans la solution, le nombre de points brillants augmente dans des proportions notables et, de plus, ils se dirigent nettement vers la cathode. Que sont ces points

lumineux ? Faut-il les regarder comme des corps étrangers, des impuretés, des occlusions de la solution électrolytique ? Ou bien en sont-ils des éléments constitutifs et jouent-ils un rôle dans la convection électrique ? La question est fondamentale. L'auteur y répond par les observations suivantes :

1° Ces points lumineux se déposent sur la cathode sous forme de floraisons cristallines très légères.

2° Il s'en forme toujours de nouveaux et indéfiniment tant que passe le courant.

3° Les bains non-électrolytes, le benzol, par exemple, n'en présentent point.

4° Un champ magnétique infléchit leur trajectoire comme s'ils étaient porteurs d'électricité.

5° Leur vitesse de déplacement est du même ordre de grandeur que celle des ions électrolytiques.

6° Dans le courant alternatif ces points sont animés de mouvements assez étranges. Je traduis littéralement, pour ne rien perdre du pittoresque, la description qu'en a consignée M. Koçonogoff dans son cahier d'observations. « Solution aqueuse de $AgNO_3$. La cuvette reçoit le courant alternatif d'un petit appareil d'induction n° 143. Le phénomène observé est merveilleux : les corps lumineux tantôt se balancent autour des électrodes, tantôt s'en rapprochent, tantôt s'en éloignent, tantôt se massent en tas autour des électrodes et grouillent comme des abeilles. Les uns sont immobiles comme s'ils étaient plongés dans leurs réflexions, puis tout à coup se précipitent vers l'un ou l'autre pôle ; d'autres se balancent sur place, indécis sur le parti à prendre. »

Ces observations suffisent à écarter l'hypothèse d'impuretés purement accidentelles du bain électrolytique. Restent deux autres suppositions plausibles : les points lumineux sont des ions isolés ou agglomérés, ou bien ce sont des corps entraînés, « tonés » par les ions. L'auteur est peu favorable à cette dernière conception. Elle n'explique pas que le passage du courant augmente le nombre des corps lumineux ; en outre, la mobilité des ions devrait se trouver amoindrie par l'effet du travail qu'ils fournissent. Or, nous l'avons dit, les points lumineux cheminent avec la même vitesse que les ions. Quoi qu'il en soit, les atomes lumineux sont en rapport étroit avec les véhicules de l'électricité.

Voici maintenant une série de phénomènes qui se présentent quand on fait croître les différences de potentiel aux électrodes.

La cuvette électrolytique contient une solution de $AgNO_3$ et est munie d'électrodes d'argent.

1° Pour un voltage inférieur à 1 volt, les points brillants sont uniformément répartis dans le champ et se dirigent tous vers la cathode.

2° A une certaine tension, qu'on appellera tension critique, les apparences changent brusquement. A une petite distance de la cathode, 0,05 à 0,08 mm., apparaît une couche mince formée d'un nombre immense de petits corpuscules brillants. Ils sont dans une vive agitation et se livrent une « bataille » en règle.

3° Entre la couche cathodique et l'électrode, un espace sombre où n'apparaît plus, quelle que soit la tension électrique ultérieure, aucun point lumineux. C'est l'« espace sombre » analogue à celui des tubes de Geissler.

4° Entre l'anode et la couche cathodique, répartition uniforme des points brillants avec double courant, l'un vers l'anode, l'autre vers la cathode.

5° Pour une solution de $AgNO_3$, la tension critique, qui est d'environ 1,02 volt, est indépendante de la grandeur des électrodes.

6° Lorsque le courant est interrompu, les couches se dissolvent lentement (en une ou deux minutes) et la distribution redevient régulière. La polarisation électrolytique qu'on peut manifester en fermant sur un galvanomètre le circuit des électrodes, suit, pour sa durée et son intensité, la dissymétrie du champ des points lumineux.

Si l'on remplace la solution saline d'argent par une solution colloïdale du même métal, la même série de phénomènes se reproduit, la tension critique n'a pas varié, mais la couche, au lieu d'être à la cathode, est à l'anode et se forme au contact de celle-ci sans espace sombre intermédiaire.

Une troisième série d'expériences porte sur une simple solution aqueuse de cuivre. Des électrodes de cuivre sont plongées dans de l'eau distillée. Voici, quand le courant passe, ce que l'on observe à partir de l'anode.

1° Une couche d'innombrables points lumineux au contact de l'anode.

2° Ensuite, dans le champ, des points isolés dont le nombre décroît rapidement à mesure qu'on s'éloigne de l'anode.

3° Au plein milieu de l'intervalle des électrodes (en un point

qui divise cet intervalle dans le rapport $\frac{6}{11}$ environ), une nouvelle couche de points brillants nombreux et vivement agités.

4° Entre cette couche et l'anode, une distribution régulière de points se dirigeant en tous sens.

5° Au contact de la cathode, l'espace obscur.

Les mêmes phénomènes s'observent quand on substitue au cuivre, l'argent et le plomb. Pour ce dernier métal l'effet est beaucoup plus intense.

1° Avant le passage du courant, des points lumineux *sortent* des électrodes en grand nombre, jusqu'à ce que leur densité dans le milieu ait atteint une certaine valeur.

2° Dès qu'on ferme le circuit, les points qui se trouvaient aux environs de la cathode vont s'y déposer. L'anode émet en abondance de nouveaux points lumineux.

3° A une certaine distance de l'anode, apparaît une couche étroite de points relativement gros et très brillants. Les points qui viennent s'y mêler semblent « prendre feu » en y entrant. A 0,02-0,04 mm. de là, apparaît une bande large de points plus fins, moins brillants, plus dense que la couche anodique. Entre ces deux couches, un espace obscur.

4° Le point milieu de l'espace sombre divise l'intervalle des électrodes dans le rapport $\frac{11}{21}$; c'est le rapport des mobilités des ions OH et H.

L'auteur ne va pas plus loin dans sa communication préliminaire. Il accompagne ses vivantes descriptions d'une série de 21 microphotographies où il a réussi à fixer tant bien que mal les principaux traits des scènes qu'il a observées.

Le champ à explorer est immense. La méthode nouvelle est souverainement attrayante, car elle semble nous faire pénétrer dans le secret même de la vie atomique. Après avoir vu, à la suite de Thompson, les ions gazeux manifester leur présence individuelle comme centres de condensation d'un brouillard, n'allons-nous pas surprendre les ions liquides sur le fait, et occupés, au sein des électrolytes, au charroi des masses électriques ?

F. W.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

—

G. F. C. Searle. — Experimental elasticity. A manual for the laboratory. Un vol. in-8° de IX-187 pages, avec 62 figures dans le texte. — Cambridge, University Press, 1908.

Manuel et Guide pratique pour le travail des étudiants au laboratoire Cavendish. L'ouvrage répond admirablement à son but. Sous un volume restreint, il contient un exposé clair, précis et bien ordonné des notions théoriques essentielles, et un choix excellent d'exercices développés et d'applications pratiques : les appareils nécessaires sont des plus simples. Des notes, rejetées en appendice, complètent, au besoin, les connaissances mathématiques des étudiants et leur donnent une direction et de très bons conseils sur la manière de diriger et de rédiger leurs travaux.

R. Blondlot. — Introduction a l'étude de la thermodynamique. Deuxième édition, entièrement refondue. Un vol. in-8° de VII-125 pages, avec 41 figures dans le texte. — Paris, Gauthier-Villars, 1909.

Ouvrage d'initiation excellent, rendu plus clair et plus précis au cours de vingt ans d'enseignement, où sont étudiés le principe de l'équivalence et le principe de Carnot : Énoncé complet, démonstration expérimentale, expression mathématique. Application des deux principes à un certain nombre de phénomènes et au fonctionnement des machines à feu. Définition de l'énergie, sa conservation ; interprétation physique de cette conservation.

L. Fabry. — Le tremblement de terre. Une brochure in-8° de 22 pages. — Chez l'auteur, astronome à l'Observatoire de Marseille, 1909.

La « façon d'agir du tremblement de terre ». Indications pratiques et principes simples qui, appliqués soit par un architecte, soit par un maçon, pourront aider sérieusement à construire des édifices à l'abri d'un désastre.

Jean Escard. — Les métaux spéciaux. *Manganèse, chrome, silicium, tungstène, molybdène, vanadium et leurs composés métallurgiques industriels.* Un vol. grand in-8° de XXIV-594 pp., avec 201 figures. — Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909.

M. Escard étudie sous le nom de *Métaux spéciaux* : le manganèse, le chrome, le tungstène, le molybdène et le vanadium. Il y a joint le silicium qui, bien qu'appartenant à la classe des métalloïdes, jouit de propriétés comparables.

L'auteur examine ces divers corps principalement au point de vue de leur préparation et des services qu'ils peuvent rendre à l'industrie. Il s'attache surtout à la description des procédés qui permettent de les obtenir à l'état pur ou alliés à d'autres métaux. Il fait connaître les avantages et les inconvénients de chacun des procédés employés et, quand cela est nécessaire, les perfectionnements à y apporter en vue de les obtenir avec des rendements plus satisfaisants.

« C'est seulement, dit M. Escard dans sa préface, par l'emploi judicieux des éléments nouveaux (chrome, tungstène, etc.) à faire intervenir dans le métal et par le calcul exact, basé sur l'expérience, de la quantité de matière à employer, que l'on peut arriver au résultat désiré, c'est-à-dire obtenir un produit ayant toutes les qualités réclamées par les usages qu'on lui réserve. »

Tous les détails relatifs aux prix de revient sont examinés avec le plus grand soin. Visant surtout un but pratique et utilitaire, l'auteur a écarté de son sujet toute conception théorique pure éloignée de la réalité.

Les différents corps passés en revue dans cet ouvrage n'avaient jusqu'ici fait l'objet d'aucun travail suivi, et seuls quelques notes éparses ou de rares mémoires visant un but spécial en avaient signalé les principales propriétés. Il rendra donc d'utiles services aussi bien aux chimistes purs qu'aux métallurgistes et à tous les industriels qui ont à fabriquer ou à utiliser ces métaux et leurs alliages. Aux chercheurs et aux techniciens, ce volume permettra aussi d'approfondir certains points non encore élucidés, relatifs à la préparation et à la meilleure utilisation possible de ces métaux.

A. Gemelli. — Non moechaberis. Disquisitiones medicae in usum confessariorum. Un vol. in-8° de 248 pp. — Rome, F. Pustet, 1910.

Traité analogue à ceux de Capelleman, Esbach, Antonelli, mais inférieur à ceux-ci par l'absence de synthèse, le manque de précision et de netteté dans les conclusions pratiques, et le superflu de l'érudition qui étouffe les meilleurs éléments.

Impr. F. & R. Ceuterick, rue Vital Decoster, Louvain.

S. A. R. CHARLES THÉODORE

DUC EN BAVIÈRE

L'année 1909 a vu se terminer une noble existence. Le 30 novembre s'éteignait, à Wildbad Kreut, S. A. R. le Duc Charles Théodore, chef de la ligne ducale de la Maison de Bavière (1).

Cet événement ne pouvait laisser la nation belge indifférente. Sa dynastie n'avait-elle pas contracté des liens étroits et précieux avec la Maison de Bavière, le jour où l'auguste fille du prince défunt unissait sa destinée à celle de l'héritier présomptif du trône de Belgique ? Et hier encore, quand le Roi Albert, recueillant la succession d'un grand Monarque, faisait, avec la Reine Élisabeth, sa « joyeuse entrée » dans les rues de la capitale, l'enthousiasme de tout un peuple ne traduisit-il pas avec éclat sa sympathie pour sa jeune souveraine, héritière des vertus d'un prince aussi distingué par la science et le caractère, qu'illustre par la naissance ?

La *Société scientifique de Bruxelles* devait, elle aussi, ressentir vivement cette perte : depuis l'année 1902, elle était fière d'inscrire le nom de S. A. R. Charles Théodore, duc en Bavière, à la tête de ses membres d'honneur, les représentants de la science des pays étrangers.

Le moment n'est pas venu de mettre en relief,

(1) A la suite de la renonciation de son frère, le Duc Louis Guillaume, à ses droits d'aînesse.

comme il convient, cette belle figure, et de juger de toute la portée de cette laborieuse existence, consacrée à la science mise au service de la charité ; qu'il nous soit permis d'essayer d'en donner, du moins, une esquisse, qui soit un hommage rendu à un esprit élevé et à un beau caractère, en même temps que la réconfortante vision d'un grand exemple.

Les touristes qui ont visité Munich et poursuivent leur route vers le Tyrol, s'arrêtent volontiers, à trente kilomètres environ au sud de la capitale de la Bavière, devant le château de Possenhofen. Aux pieds de ce domaine s'étend le superbe lac Starnberger, et du plateau verdoyant où il se dresse, on voit au loin le cirque pittoresque formé par les premières montagnes des Alpes bavaroises. C'est là que naquit, le 9 août 1839, le Duc Charles Théodore. Il était le fils puîné du Duc Maximilien en Bavière, et de la princesse Louise, fille cadette du roi Maximilien Ier.

Huit enfants entouraient le couple princier, famille patriarcale où règnait l'union des cœurs, mais où la mort devait, un jour, faire des vides bien douloureux : comment ne pas évoquer ici la mort tragique de l'héroïque Duchesse d'Alençon dans l'incendie du Bazar de la charité, le 4 mai 1897, et celle de l'Impératrice Élisabeth d'Autriche succombant, à Genève, une année plus tard, au coup perfide d'un assassin (1) ?

Après ses études au gymnase, le Duc Charles Théodore aborda la carrière des armes, comme il convenait à son rang et aux traditions de sa Maison ; il fit, comme major, la campagne de 1866. Il ne tarda pas à se distinguer par ses connaissances et ses vertus militaires et, quand éclata la guerre de 1870, le roi

(1) En 1893, le Duc Charles Théodore avait vu mourir son frère cadet, le Duc Max Emmanuel, des suites d'une chute de cheval.

Guillaume de Prusse l'attacha à son État-Major ; il était alors lieutenant colonel. Il assista aux batailles de Gravelotte, Saint-Privat, Beaumont et Sedan. Quand il quitta le service actif (1888), il reçut le grade de général de cavalerie.

Une grande épreuve vint le visiter : la Princesse Sophie de Saxe, qu'il avait épousée le 11 février 1865, mourait deux ans plus tard, en lui laissant une fille, la Duchesse Amélie Marie (1). Esprit méditatif et curieux des choses de l'esprit, le Duc chercha une diversion et un apaisement à sa douleur dans l'étude de la philosophie, des sciences naturelles, puis des sciences médicales, auxquelles il se livra bientôt avec prédilection. Il est permis de penser que la guerre franco-allemande, dont il eut sous les yeux le sanglant spectacle, fit mûrir dans son esprit la pensée de s'adonner tout entier au soulagement des souffrances humaines, par l'exercice d'une profession où son cœur généreux pouvait trouver à se répandre.

On le vit fréquenter, vers 30 ans, les cours, les amphithéâtres et les services cliniques de l'Université de Munich. Un fait met bien en évidence ses aptitudes exceptionnelles et son fructueux labeur : il n'attendit pas le couronnement de ses études par le diplôme d'examen d'État, pour se livrer à des recherches personnelles, dont il publia les résultats. C'est ainsi qu'il fit paraître successivement un travail de physiologie, *De l'influence de la température de l'air ambiant sur l'élimination de l'acide carbonique et l'absorption d'oxygène, chez un chat ;* puis deux études d'anatomie pathologique, dont il puisa les éléments dans le laboratoire de l'Institut de pathologie de l'Université : *Recherches sur l'accumulation de leucocytes dans la*

(1) Cette princesse épousa, en 1892, Son Altesse Sérénissime le Duc Guillaume d'Urach, comte de Wurtemberg.

substance corticale du cerveau (1), et *Contribution à nos connaissances sur les fines altérations dans les maladies de la moelle épinière* (2). Rendant hommage à la fois au mérite exceptionnel de l'étudiant et à sa haute qualité, l'Université de Munich lui décerna solennellement, en 1872, le titre de Docteur *honoris causa*. Il devait bientôt conquérir brillamment le diplôme légal.

En 1876, il commença à exercer la profession médicale à l'hôpital de Tegernsee. La famille ducale possède là un de ses plus riants domaines ; plus éloigné de Munich que Possenhofen — douze lieues environ — sur les bords d'un beau lac, et à l'entrée même du Tyrol, le château de Tegernsee recevait souvent la visite du Duc Charles. Il y fit bientôt construire un hôpital privé dont il prit la direction, et qu'il agrandit encore dans la suite, pour en faire une de ses créations hospitalières destinées au traitement des affections oculaires.

C'est vers cette époque, en effet, qu'il songea à consacrer son intelligence et son activité à cette branche de la pratique médicale. De grands progrès venaient d'être réalisés, grâce à Helmholtz, Donders, Alb. von Graefe, d'autres encore, dans l'étude de la dioptrique et de la pathologie oculaires. Le prince docteur fut-il séduit par l'organisation délicate de l'œil humain, par l'étendue et la précision de nos connaissances sur sa structure? ou fut-il frappé des résultats encourageants obtenus par une thérapeutique médicale et chirurgicale bien raisonnée, et comprit-il d'emblée toutes les ressources qu'il pouvait trouver dans cette étude, pour prévenir ou arrêter autour de lui le fléau de la cécité ? Ce qui semble certain, c'est qu'une circonstance fortuite,

(1) Ce travail parut dans les ARCHIVES DE VIRCHOW, Berlin, 1877. Il fut traduit en langue française, l'année suivante.

(2) Ce travail parut dans les ANNALES DE L'HÔPITAL DE MUNICH, en 1881.

la rencontre d'un homme éminent, fut le trait de lumière qui décida définitivement de son choix. S'étant rendu à Menton pour raffermir une santé momentanément ébranlée, il y rencontra l'ophtalmologue russe Ivanow. Le jeune professeur de Kiew (1) jouissait alors d'un prestige incontesté : un homme bien placé pour le juger, le professeur Otto Becker, a pu dire de lui qu'il avait imprimé plus d'impulsion à l'anatomie pathologique de l'œil que tous ses contemporains réunis. Avec cela, il savait donner à son enseignement une clarté et un charme qui devaient faire sur son nouvel élève une profonde impression. Aussi, de retour à Munich, le Duc Charles était-il définitivement conquis à l'ophtalmologie.

Il avait suivi, au cours de ses études médicales, les leçons d'ophtalmologie du professeur von Rothmund. Il eut tôt fait de s'assimiler cette science, et, d'emblée, il y mit sa marque personnelle : dès 1879, dans le 25e volume des Archiv für Ophtalmologie fondées par l'illustre Alb. von Graefe, il écrivit un travail important : *Contribution à l'anatomie et à la pathologie du corps vitré*.

Soucieux d'alimenter ses connaissances aux meilleurs milieux scientifiques et au contact des savants et des grands cliniciens, il fit un séjour d'étude à Zurich : il y fut très assidu à la clinique ophtalmologique du professeur Horner, qui jouissait d'une légitime réputation d'érudit et de praticien.

L'étude des microbes, devenue si importante plus tard, était alors à ses débuts. Tout en suivant les cours d'ophtalmologie, le Duc, subissant l'attraction de la science nouvelle, travaillait dans le laboratoire du professeur Eberth, et publiait une *Contribution à l'état de nos connaissances sur les bacilles chez l'homme* (2).

(1) Le professeur Ivanow est mort à 44 ans.

(2) Dans le Centralblatt für praktische Augenheilkunde, October 1880.

Il y décrit la localisation des microbes qu'il a observés dans des globes oculaires, révélant ainsi un fait intéressant au double point de vue de l'ophtalmologie et de la pathologie générale.

L'École ophtalmologique de Vienne, où professaient avec un incomparable éclat von Arlt et Ed. von Jaeger, devait également compter le Duc Charles parmi ses élèves; il suivit, avec un vif intérêt, les leçons de ces maîtres, dont le successeur, le professeur Fuchs, fidèle détenteur des ces grandes traditions, est resté son ami.

C'est à Munich, pendant les années 1880 à 1886, que le Duc fit preuve de la plus grande activité scientifique. Le laboratoire de la clinique ophtalmologique de l'Université lui en fournit les matériaux : en 1882, il publiait une note intitulée : *De quelques constatations anatomiques dans la myopie*, suivie bientôt d'une *Contribution à l'étude des tumeurs de l'œil*. Mais son œuvre capitale est incontestablement son mémoire intitulé : *Contribution à l'anatomie pathologique de l'œil dans les maladies des reins*. L'auteur confirme les connaissances acquises sur un sujet déjà traité par les plus grands maîtres; il y ajoute des faits nouveaux et en tire des conclusions plus précises que ses devanciers. Il décrit notamment les altérations des parois des vaisseaux, et démontre qu'elles jouent un rôle plus important qu'on ne le croyait, dans la production de la rétinite albuminurique; il signale aussi l'existence de ces lésions dans la choroïde.

Un juge autorisé, M. le professeur Nuel, de l'Université de Liége, déclarait récemment, à l'Académie de Médecine de Belgique, que ce mémoire et l'étude sur le corps vitré qui vient d'être citée « firent époque » et que « leurs conclusions résumèrent, pour des années, nos connaissances en ces matières importantes » (1).

(1) Éloge du Duc Charles Théodore en Bavière, prononcé à l'Académie de

En 1892, dans le livre jubilaire de Helmholtz, le Duc Charles Théodore relata l'observation d'*Un cas de corne de la paupière supérieure*, à propos duquel il émit des considérations d'un grand intérêt sur le mode de développement de ces productions étranges.

Le Duc Charles, on le voit, possédait à un degré éminent, ces deux qualités maîtresses qui font le savant complet : la faculté de s'assimiler les faits acquis et celle, plus rare, de produire, de son propre fonds, des œuvres capables d'éclairer les problèmes inexplorés. Nul doute que s'il eût persévéré dans cette voie du travail de laboratoire ou de l'étude, il fût arrivé à se placer au rang des plus grands maîtres.

Il ne l'a pas voulu ; l'année 1892 voit se clore l'ère d'une vie scientifique déjà si féconde. Non, certes, qu'il se désintéressât des progrès de l'ophtalmologie ; il les suivit toujours pas à pas, entretenant, avec un soin jaloux et une modestie charmante, des relations avec les ophtalmologues en renom, comme avec les praticiens plus modestes. Ce lettré, qui parlait couramment six langues, se mettait, à l'âge de 60 ans, à l'étude du russe, afin d'être à même de lire les auteurs médicaux russes dans l'original. Mais son objectif n'était pas de se confiner dans des recherches de science pure et de mettre en relief sa valeur d'érudit. Son ambition était autrement désintéressée : il ne voyait dans l'étude et dans l'apprentissage clinique que ce qu'ils doivent être réellement, l'initiation nécessaire à ce sacerdoce médical auquel il rêvait de se consacrer tout entier. Préparé maintenant à cette grande tâche, il allait y transporter toute son activité ; nous allons le voir à l'œuvre.

La pratique médicale, dans un établissement hospi-

Médecine de Belgique, le 28 décembre 1909 (BULL. DE L'AC. ROY. DE MÉD. DE BELGIQUE, IVe série, t. XXIII, n° 11 et dernier).

talier bien conçu, a toujours été considérée comme la voie la plus sûre pour traiter avec fruit les malades privés de ressources, et pour former le praticien à l'art difficile du diagnostic, par une observation suivie. Le Duc Charles l'avait compris, et il appliqua ce principe avec une munificence qui ne comptait pas. Il semblait qu'il ne pût, dans ses diverses résidences, se passer de la charitable fantaisie d'avoir, à côté de lui, le refuge bienfaisant où il pût se dépenser pour ses chers malades. Tegernsee, Méran, Munich vont se partager son dévouement. Seul, avec la clairvoyance du praticien doublé de l'administrateur, il organise des asiles pour malades ophtalmiques, les adapte à leur double rôle : hospitaliser certaines catégories de malades, et ouvrir une consultation pour ceux qui pourraient s'y rendre périodiquement. Il s'y ménage le concours de médecins assistants et de sœurs hospitalières, et ne néglige rien pour assurer à ses patients toutes les ressources dont dispose la science la plus exigeante.

C'est à Tegernsee, nous l'avons vu, qu'il édifia le premier de ces établissements ; pendant de longues années, il s'y prodigua sans mesure. La générosité de son cœur et l'ascendant de son nom et de son talent firent bientôt affluer les malades et, pour le voyageur qui parcourait ces régions, ce devait être un spectacle étrange et émouvant que celui de ces théories d'infirmes qui se rendaient à la consultation du prince oculiste, les uns conduits par une main amie, les autres transportés dans des véhicules de toutes sortes. C'étaient, pour la plupart, des paysans bavarois ou des rudes et fiers montagnards du Tyrol ; c'étaient aussi des affligés venus de plus loin, de pays étrangers, car personne, d'où qu'il vînt, n'était exclu de cet accueil gratuitement et largement ouvert à tous.

Le matin, à la première heure, le médecin en chef était à l'hôpital ; entouré de son personnel, il faisait sa tournée à travers les salles de malades, appliquait les pansements, prescrivait les traitements, trouvant pour tous le mot qui console ou qui réconforte. Il dirigeait aussi la consultation et faisait les opérations opportunes. Il en pratiquait un grand nombre, et avait promptement acquis une rare dextérité chirurgicale. Les opérations sur le globe de l'œil le séduisaient surtout; c'était bien là pour lui, prince au sens artistique affiné, le domaine de ce qu'on a appelé la bijouterie opératoire. Parmi ces opérations, il en est une surtout qui requiert une main délicate et sûre, c'est l'extraction de la cataracte. On a calculé que, dans l'espace de trente ans de pratique, il l'avait faite environ cinq mille fois. Il arrivait que l'après-midi fût déjà avancée quand il quittait ses chers malades ; puis il se livrait à la lecture et à l'étude et, le soir encore, il allait souvent s'enquérir de l'état de ses pensionnaires gravement atteints ou récemment opérés.

Jusqu'en 1899, le Duc Charles se rendit à Méran pour y passer les mois de printemps ou d'été ; il allait chercher, dans cette merveilleuse région du Tyrol autrichien, un climat et une diversion salutaires. Il y organisa une consultation pour malades ophtalmiques, prenant soin, au préalable, de se soumettre à la loi commune,en demandant à l'Empereur François-Joseph l'autorisation d'exercer la médecine dans ses États. Comme à Tegernsee, les malades se portèrent en foule (jusqu'à 3 et 4000) à la clinique d'Obermais, où ils étaient sûrs de trouver des soins éclairés et une inlassable sollicitude.

La clinique de Munich est la plus récente des créations du prince ; il la fonda — vers 1890, pensons-nous — dans la Nymphenburgerstrasse, avec une entente parfaite des nécessités actuelles. Chaque année,

4 à 5000 personnes furent traitées à la consultation, 700 furent hospitalisées (60 lits étaient disponibles) ; des médecins-oculistes et sept religieuses franciscaines du cloître de Niederbronn desservaient l'établissement. Six à sept cents opérations furent pratiquées dont 230 à 240 extractions de la cataracte. Plusieurs fois par semaine, le Duc prenait, à la première heure, le train qui mène de Possenhofen à Munich, et se rendait, sans être accompagné, avec cette simplicité qui le caractérisait, à la Nymphenburgerstrasse pour voir les patients, et opérer.

Un précieux secours vint l'assister dans cette voie. Après sept ans de veuvage, Charles Théodore avait épousé, le 29 avril 1874, l'Infante Marie Josèphe de Bragance, fille de Don Miguel de Portugal, princesse d'une grande beauté, douée des plus brillantes qualités du cœur et de l'esprit. La duchesse comprit d'intuition la noblesse des vues de son époux, et elle s'y associa de toute son âme. Elle fut la confidente de ses charitables desseins, la compagne éclairée de ses travaux, sa « sœur de charité ». Comme une vision d'un autre âge, on la vit, peu soucieuse des rigueurs de l'étiquette, panser les malades et seconder le Duc dans ses opérations. Qui dira surtout le rôle d'ange consolateur qu'elle remplissait près de ces affligés, quand son regard et son sourire venaient apaiser leurs inquiétudes ou relever leur courage ? Les enfants du couple princier furent, à leur tour, subjugués par ces exemples (1), et des indiscrétions, que la plus ombrageuse modestie n'est pas toujours capable de prévenir, ont déjà fait entrevoir

(1) Cinq enfants naquirent du second mariage de S. A. R. le Duc Charles Théodore en Bavière : la Duchesse Sophie Adélaïde, qui épousa le Comte Illustrissime de Törring-Jettenbach ; la Duchesse Élisabeth, aujourd'hui Reine des Belges, qui donna sa main, le 2 octobre 1900, au futur Roi des Belges, le Prince Albert de Belgique ; la Duchesse Marie Gabrielle, qui épousa le Prince Rupprecht, petit-fils du Prince Régent de Bavière ; le Duc Louis Guillaume ; le Duc François Joseph.

la part prise, dans cette succession de bienfaits, par la princesse qui devait devenir un jour la Reine des Belges.

Les délassements favoris du Duc étaient ceux qu'il trouvait à son foyer ; l'éducation de ses enfants et petits-enfants était son plus cher souci ; il avait su leur inspirer ce goût des lettres et des arts (il était brillant pianiste) qu'il avait hérité du Duc Maximilien, son père. Le charme de la vie de famille et sa constante et active pitié pour l'infortune, telles furent ses compensations dans ses épreuves. Un sport l'attirait cependant, l'équitation ; il aimait et recherchait les coursiers de race, et se complaisait dans les longues chevauchées; la chasse, avec ses émotions et ses surprises, lui servait aussi de délassement après ses travaux.

Comme tous les Wittelsbach, il savait user, vis-à-vis de son peuple, de la plus aimable condescendance. S'il arrivait que, dans sa rusticité, quelque campagnard manquât, en lui parlant, aux règles de l'étiquette, il ne s'en formalisait pas. Comme il franchissait le seuil de sa clinique, ayant fini sa tâche, une paysanne l'interpella, par une fenêtre ouverte : « Duc, revenez donc, j'ai encore quelque chose à vous dire. » Et le prince, sans hésiter, de revenir sur ses pas, pour écouter les doléances oubliées. Un autre trait : on venait d'apprendre le mariage d'une des duchesses, ses filles — c'était, nous a-t-on dit, la Duchesse Sophie ; il débarquait avec elle, à la station de Tegernsee. Le Maire, simple notable parmi les habitants du village, s'approcha du Duc, et le félicita, avec cette simplicité cordiale des montagnards : « Je vous remercie, Monsieur le Maire, répondit celui-ci, mais allez donc féliciter la Duchesse vous-même, elle est là, dans la voiture, elle en sera charmée. »

Aussi, quelle récompense ne trouvait-il pas, dès ici-bas, dans les bénédictions de ses chers Bavarois ! En

voyant l'un de leurs princes se mêler aussi intimement à leur vie, se pencher avec tant de générosité sur leurs misères, ils se sentaient émus, et ils exprimaient leur gratitude en consacrant à leur bienfaiteur une de ces popularités comme peu de chefs de peuples en connaissent. « Herr Herzog », il y avait dans cette salutation une familiarité dont le respect n'était pas exclu, mais où vibrait surtout l'affection.

A Munich, où le Duc Charles Théodore résidait souvent, surtout dans ces dernières années, tout le monde connaissait le « Prinz Doctor », et il ne rencontrait, sur son passage, que des témoignages de respect. Il aimait cette capitale, et s'intéressait à sa prospérité.

La ville de Munich le lui rendait bien. Quelques mois avant sa mort, le 9 août 1909, la famille ducale fêtait, au château de Possenhofen, le 70e anniversaire de la naissance du Duc Charles Théodore. Ce fut l'occasion de touchants témoignages de vénération, d'admiration et de reconnaissance venant de tous les pays, de toutes les classes sociales. Parmi les députations de corps constitués qui offrirent leurs congratulations au prince, se trouva celle de la ville de Munich : elle vint lui conférer en témoignage d'admiration et de gratitude, le « droit de cité d'honneur » (Ehrenbürgerrecht) de la ville.

La réputation du Chef de la ligne Ducale avait depuis longtemps débordé les limites de la Bavière. On le vit bien le jour de sa fête anniversaire, quand les notabilités de la science ophtalmologique lui offrirent un livre jubilaire, où se trouvaient exprimés leurs hommages et que remplissaient leurs signatures (1).

La Belgique surtout avait les yeux fixés sur le Duc

(1) Quelques jours après cette fête, le prince remerciait ses collègues par une carte, où il disait modestement : « La démarche de tant de représentants éminents de notre science, de tant d'amis et de collègues, est pour moi un bien agréable témoignage que je n'ai pas travaillé en vain. »

Charles Théodore, depuis le jour où la princesse Élisabeth de Bavière, sa fille, avait donné sa main au futur Roi des Belges. Peu de temps après cet événement, accueilli parmi nous avec tant d'enthousiasme, l'Université de Louvain lui conférait le titre de *Docteur honoris causa*, et l'Université de Bruxelles, lors de ses récentes fêtes jubilaires, lui décernait la même distinction. L'Académie de Médecine de Belgique l'inscrivait, le 30 novembre 1901, parmi ses membres honoraires. Dans sa séance du 28 décembre 1909, elle rendait hommage, en termes élevés, à sa mémoire, par l'organe de M. le professeur Nuel, et, au Palais, lors de la réception des corps constitués, par S. M. le Roi Albert, son Président, M. le professeur Debaisieux, rappelait avec émotion, devant la « jeune Reine, héritière de ses vertus », les hautes qualités et les mérites scientifiques du collègue princier qu'elle venait de perdre. En 1902, nous l'avons dit, le prince était élu membre d'honneur de la Société scientifique.

Le Duc Charles Théodore avait la taille svelte et élancée, le regard perçant et observateur ; toute sa physionomie avait une expression réfléchie et méditative, où se reflétait la bienveillance. Il parlait peu, comme ces natures qui mûrissent de vastes desseins et y concentrent toute leur pensée. Dans les réunions mondaines, les réceptions d'apparat qui appelaient sa présence, il ne voyait qu'une obligation à remplir ; il s'y prêtait de bonne grâce, il ne s'y donnait pas ; ne s'était-il pas donné sans partage à d'autres soins ?

Ce qui frappe surtout dans cette existence si noblement remplie, c'est une volonté énergique, tenace, poursuivant le plan conçu, et le réalisant sans jamais se lasser. Il eut, cependant, plus d'un sacrifice à y faire ; il sacrifia surtout ce repos et cette paix, que son rang lui eût facilement assurés. Il faut avoir exercé la

pratique médicale, pour savoir ce qu'elle amène, dans une conscience délicate, de préoccupations, souvent d'anxiétés. Ces soucis, le Duc les accepta généreusement, sans ce mobile légitime du médecin qui doit y trouver son gagne-pain. Nous avons vu qu'il excellait dans la chirurgie de l'œil, et notamment dans l'extraction de la cataracte; mais sait-on ce que renferme d'émotions une seule opération de cataracte où l'enjeu est si grave ? Et il en a opéré des milliers ! Sait-on, aussi, les incertitudes des jours qui suivent, jusqu'au moment où le danger des complications ultérieures sera conjuré ?

A côté des sacrifices, il y avait les obstacles. C'en était un, à coup sûr, que les préventions qu'il devait rencontrer dans certains milieux. Un prince de sang royal pratiquer la médecine ! Pour beaucoup, il semblait y avoir là une bizarrerie, presqu'un défi à des usages et à des traditions intangibles. Cette objection ne l'arrêta pas. Avec ce sens de l'oubli de soi qui est une des conquêtes de l'idée chrétienne, il jugea que faire le bien n'est pas déroger et, avec le Divin modèle de l'Évangile, il estima qu'il n'était pas ici-bas « pour être servi, mais pour servir ».

La soumission à la foi catholique est traditionnelle dans la Maison Royale de Bavière, comme elle l'est chez le peuple bavarois lui-même. Charles Théodore ne pensa jamais à se soustraire à ce joug salutaire de la vérité. Il avait adhéré sans hésitation au programme de la Société scientifique ; les Pasteur, les Hermite, les de Lapparent, comme lui membres d'honneur, l'avaient précédé dans la tombe, le *Credo* de l'Église catholique sur les lèvres ; pas plus que ces puissants esprits, il ne se croyait à l'étroit dans le cercle de ses enseignements. Ne trouvait-il pas dans les siens, dans ceux qu'il pleurait comme dans ceux qui l'entouraient d'une affection fidèle, l'exemple des plus hautes vertus

chrétiennes (1) ? Et comment douter que l'abnégation et l'infatigable charité qui remplirent toute son existence, se soient alimentées au foyer de l'éternelle vérité qui est aussi celui de l'éternel amour ?

Sa mort fut le suprême et touchant témoignage de cette fidélité. Depuis les premiers jours d'octobre, il était retenu au château de Kreut (2) par un mal auquel son âge ne tarda pas à imprimer un caractère alarmant. Ni les soins médicaux les plus éclairés, ni les empressements d'une tendresse inquiète qui s'épuisait en sollicitudes et en veilles, ni les prières de tant d'âmes reconnaissantes ne purent conjurer le triste dénouement. Il avait supporté avec patience les souffrances de la maladie ; quand le moment suprême approcha, il le vit arriver avec le calme du juste qui se présente au Maître suprême, les mains chargées d'œuvres et de mérites. Apaisé et fortifié par les sacrements de l'Église, consolé par le regard jeté sur les entreprises de sa vie si pleinement réalisées, il fit ses adieux à tous les siens réunis autour de son chevet, remettant entre leurs mains les œuvres qu'il avait fondées, puis il quitta ce monde, accompagné par les regrets et les bénédictions de ces multitudes qu'il avait consolées ou guéries.

De hautes leçons se dégagent de cette existence ; l'histoire les mettra en pleine lumière. Elle dira comment un grand de la terre, un prince de sang royal, a su résoudre, par le seul exemple de son abnégation,

(1) C'est ici le lieu de rappeler que deux membres de la famille du Duc Charles Théodore ont embrassé la vie religieuse : la mère de S. A. R. la Duchesse Charles Théodore, née Princesse Adélaïde de Löwenstein, devenue veuve, quitta le monde pour prendre l'habit des Bénédictines. Le frère de cette Princesse, le Duc Charles de Löwenstein s'est retiré dans un couvent de Dominicains, où il est connu et vénéré sous le nom de Père Raymond.

(2) Wilbad Kreut est une station minérale située dans le Tyrol bavarois, à 12 kilomètres au sud de Tegernsee. Elle est la propriété de la famille ducale, qui avait coutume d'y séjourner en automne.

du sacrifice des privilèges dus à son rang, de la plus admirable charité, le problème, toujours brûlant, du rapprochement des classes sociales. Elle montrera en lui un érudit qui a fait servir la science à satisfaire les plus nobles instincts, une âme d'élite qui a pratiqué les plus hautes vertus domestiques, sociales et chrétiennes.

La *Société scientifique* restera fidèle à la mémoire du grand prince qui l'a honorée par le prestige de son nom, et qui l'a instruite par l'autorité de ses exemples.

La Société scientifique.

L'ASSAUT DU POLE SUD

Au moment où les grandes nations européennes semblent se coaliser pour tenter un nouvel effort dans l'attaque du Pôle Sud, il m'a paru intéressant de jeter un regard en arrière et de rappeler brièvement les tentatives faites depuis deux siècles pour arracher le secret de ces régions désolées.

A l'origine le problème antarctique appartenait surtout à la philosophie, en ce sens qu'il n'avait aucune portée pratique et ne reposait pas sur des données sérieuses. D'ailleurs, les anciens ne pouvaient même en avoir une idée puisque pour eux la Terre était un disque plat entouré par le fleuve Océan limité lui-même par une région obscure.

Il était naturel cependant que les Grecs imaginassent sur la voûte céleste un point diamétralement opposé aux belles constellations qui entourent le Pôle Nord et dont la principale était l'Ours, en grec ἄρκτος. Ce point idéal devint l'Antarctique (opposé à l'Arctique). Mais il était situé hors du monde habitable dans la région de l'obscurité et de l'inconnaissable.

Les philosophes pythagoriciens eurent la première idée d'une terre sphérique, et dès lors le problème antarctique pouvait se poser. Aristote donna la preuve de la sphéricité de notre globe ; le pôle antarctique ne faisant plus de doute pour personne, il ne s'agissait plus que de l'atteindre. Or comme aucun navigateur n'osait se hasarder vers ces régions lointaines et inconnues, les

philosophes admirent bientôt que, dans l'hémisphère austral, il devait y avoir des terres habitables et même habitées, mais qu'une zone inhospitalière les séparait de de l'hémisphère boréal. Il est évident que les « fauteurs » de cette opinion oubliaient complètement le voyage de circumnavigation des Phéniciens autour de l'Afrique.

Au moyen âge on ne fit rien pour arriver à la connaissance de cette *Terra incognita* qui devait se trouver dans l'autre hémisphère. Beaucoup de philosophes ne croyaient même pas à l'existence des Antipodes, sous prétexte que le globe terrestre était enchâssé dans un globe d'eau beaucoup plus grand.

On a dit que certains Pères de l'Église avaient considéré « la notion des antipodes comme une mauvaise plaisanterie ». C'est une accusation fausse : chez ces écrivains, le mot « antipodes » signifiait non pas les régions opposées aux nôtres, mais les habitants de ces régions. Or en admettant que ces hommes *antipodes* étaient séparés de nous par une zone absolument infranchissable, on était obligé de nier l'unité d'origine de l'espèce humaine, opinion formellement contraire au dogme catholique (1).

Toutefois la navigation faisait de grands progrès, les vaisseaux étaient construits plus solidement, les marins eux-mêmes devenaient plus hardis grâce à l'invention de la boussole. Les exigences du commerce au début de la Renaissance rendaient imminentes les grandes découvertes géographiques. Jusqu'à ce jour, les relations avec l'Extrême-Orient s'étaient faites assez régulièrement à travers l'Arabie et l'Asie-Mineure. Mais les Turcs étaient devenus les ennemis acharnés des peuples d'Occident et il fallait trouver une nouvelle route pour importer les produits des Indes et de la Chine.

(1) Voir à ce sujet : Ph. Gilbert, *Le Pape Zacharie et les antipodes* dans la Revue des Quest. scient., t. XII (octobre 1882), p. 478.

On devait pour cela faire le tour de l'Afrique. Or avant 1433, aucun navigateur, sauf peut-être les Arabes, ne s'était hasardé au delà du Cap Nun (28°46' N). Le premier, l'anglais Gil Eannes passa ce point en 1433 ou 1434. Dix ans plus tard, le Cap Vert était franchi, mais l'équateur même ne fut atteint qu'en 1470.

En 1487, le Portugais Bartholomen Diaz partait de Lisbonne, reconnaissait au delà de l'équateur une seconde zone tempérée et élevait un monument au Cap Voltas par 26° de latitude sud. Une tempête l'entraîna ensuite vers les régions australes de l'Atlantique, où pendant treize jours sa petite flottille fut le jouet des vents. La température se refroidissait peu à peu à mesure que les courants le conduisaient vers une latitude plus élevée. Finalement, il lui fut possible de revenir vers l'Afrique où il aborda dans la Baie d'Algoa, après avoir été entraîné fort probablement au delà du 40e parallèle : nulle part il n'avait trouvé la terre. Il aurait vivement désiré continuer son voyage vers l'est en suivant la côte africaine, mais son équipage en révolte le força à reprendre le même chemin, l'empêchant ainsi de découvrir la route des Indes.

Il était réservé, en 1497, à Vasco de Gama de démontrer définitivement le caractère péninsulaire de l'Afrique. La *Terra incognita* de Ptolémée se trouvait ainsi isolée très loin vers le sud.

En 1502 (1), Vespuce arrive jusqu'aux côtes de Patagonie, entraîné par une tempête. Quelques années plus tard, un gentilhomme normand, le Sieur de Gonneville était également le jouet d'un ouragan et emporté vers une terre inconnue d'où il ramenait un naturel qui

(1) Calander, J., *Terra Australis cognita, or Voyages to the Terra Australis on Southern Hemisphere during the XVI-XVII and XVIII centuries.* 3 vol., Edinburgh, 1766-68.

Buraey, James, *Chronological History of the Discoveries in the south sea on Pacific Ocean*, 5 vol., Londres, 1803-17.

s'établit en France. On ignore d'ailleurs quelle est cette Terre de Gonneville que les géographes ont localisée tour à tour en Australie, en Afrique, à Madagascar, dans l'Amérique du Sud et même dans l'Amérique du Nord.

En 1514, deux portugais visitent les côtes du Brésil et atteignent 40° de latitude sud. Enfin, en 1519, Magellan abordait dans le voisinage de Rio de Janeiro, longeait la côte vers le sud et finalement trouvait un passage à l'ouest, sur le 52e parallèle. C'était la latitude la plus élevée atteinte jusqu'ici d'une façon certaine. Toutefois le voyage de Magellan n'était pas de nature à détruire l'idée d'un continent austral ; car pendant qu'il franchissait le détroit qui porte son nom, il voyait vers le sud une terre en apparence aussi étendue que celle placée au nord : c'était la Terre de Feu.

Pendant les XVIe et XVIIe siècles, la connaissance des régions situées au delà de l'Afrique et de l'Amérique fit peu de progrès. En 1525, le *San Lesmes*, qui devait renouveler le voyage de Magellan, fut entraîné par une violente tempête jusqu'au 55e degré de latitude sud où il trouva une mer ouverte.

C'est encore une tempête qui entraîne en 1578 Sir Francis Drake jusqu'au delà du 57e parallèle au sud de la Terre de Feu, et plus tard Dirk Gerritsz sur un petit navire allemand, le *Blijde Boodschap*, jusqu'à 64° S. Dirk Gerritsz aurait ainsi découvert les Shetland du Sud.

Puis, divers navigateurs découvrent quelques îles dans le Pacifique, la côte ouest de la Nouvelle Zélande, les îles de la Trinité, la Nouvelle Guinée, et reconnaissent les îles Falklands, peut-être même la Géorgie du Sud. A la fin du XVIIe siècle, les géographes croient généralement à l'existence d'un immense continent dans l'hémisphère austral.

Il est bon de faire remarquer qu'aucune des expédi-

tions qui avaient parcouru ces mers n'avait un caractère purement scientifique. Le premier, le grand astronome Halley fut chargé par l'Angleterre d'une mission dans ces parages : il remonta jusqu'à 52° S. pour faire des observations magnétiques ; mais les glaces l'empêchèrent d'aller plus avant.

Cet exemple d'ailleurs ne fut pas suivi, et pendant plus d'un demi-siècle encore le hasard seul conduisit les navires au delà du 60e parallèle.

Cependant, en 1738, la Compagnie française des Indes Orientales, sur les instances de Bouvet des Loziers, lui confie deux navires, l'*Aigle* et la *Marie*, pour rechercher la terre découverte par de Gonneville : Bouvet quitte Lorient le 19 juillet ; le 15 décembre suivant, il rencontre les premières glaces flottantes à la latitude 48°50′ S. sans avoir trouvé la terre au point où elle était indiquée sur les cartes. Bien que les glaces devinssent de plus en plus nombreuses, Bouvet continua sa route vers le sud. Sa persévérance fut récompensée, car le 1er janvier 1739, il apercevait une haute montagne neigeuse avec un promontoire rocheux très escarpé auquel il donna le nom de Cap Circoncision, d'après la fête du jour. Il lui fut toutefois impossible de débarquer, et pendant douze jours les deux navires restèrent en vue de ce Cap au milieu d'un épais brouillard qui empêcha de déterminer si l'on avait affaire à une île ou à un continent. Bouvet soutenait que le Cap Circoncision faisait partie d'une terre très étendue, tandis que le pilote du navire la *Marie* croyait qu'il n'y avait là qu'une petite île.

Bouvet continua sa croisière et mit une énergie extrême à rechercher cette Terre de Gonneville qui n'existait pas. Finalement la maladie de ses équipages le força à regagner la France.

En 1756, le navire de commerce espagnol le *Lion*, revenant du Chili, aperçut une haute terre montagneuse

couverte de neige à 55° S., et loin à l'est du Cap Horn. Malgré l'erreur de dix degrés en longitude, c'était sans nul doute la Géorgie du Sud.

La même année, Charles de Brosses en France publiait son *Histoire des navigations aux Terres australes*, ouvrage très utile et qui fut la cause de plusieurs expéditions dans les mers australes, au cours desquelles Marion Dufresne découvrait en 1772, entre 46° et 47° S. plusieurs petites îles qui ont reçu son nom et celui d'un de ses officiers, Crozet.

Enfin, la même année, Yves Joseph de Kerguelen-Tremarec (1), imbu de l'idée qu'un vaste continent devait exister dans la zone tempérée australe, parcourait ces mers lointaines. Le 12 février, il rencontrait une petite île et le lendemain il était arrêté par une terre de plus grande étendue. Un orage l'empêcha d'aborder, mais le Comte d'Allouarne qui commandait un second navire put opérer un débarquement et prendre possession de cette France australe.

De retour dans sa patrie, Kerguelen annonça pompeusement la découverte d'un vaste continent « commandant la route des Indes, des Moluques, de la Chine et des mers du Sud ». Les assertions du hardi navigateur inspirèrent généralement peu de confiance. Cependant deux nouveaux bâtiments furent mis sous ses ordres et, le 26 mars 1773, il retournait vers son continent austral qu'il atteignit au milieu de décembre. Mais au lieu du merveilleux tableau qu'il avait tracé à ses compatriotes, il se trouva en présence d'une île glacée et stérile dont il changea le nom de France Australe en Ile de la Désolation.

(1) Kerguelen (Y. J. de), *Relation de deux voyages dans les mers australes et des Indes*. Paris, 1782.

Voyages de Cook dans les mers du sud (1)

Il était réservé à un marin anglais de montrer l'inanité de toutes les suppositions des géographes qui croyaient encore très généralement à l'existence d'un immense continent atteignant presque partout le 50e degré de latitude S., et même approchant du 30e degré entre l'Amérique du Sud et l'Australie dans le Pacifique. Un grand nombre d'écrivains français, anglais, allemands, italiens, parlèrent avec enthousiasme de cette *Terra australis* dont on faisait une description merveilleuse sans même l'avoir jamais entrevue.

Parmi eux, citons l'anglais Alexander Dalrymphe, le promoteur de l'expédition de Cook, mais aussi son détracteur et son plus mortel ennemi.

Dalrymphe avait voyagé très jeune dans les mers de l'Extrême-Orient pour le compte de la Compagnie anglaise des Indes orientales. Très intelligent, il avait acquis une connaissance parfaite de tous les voyages accomplis dans les mers lointaines.

Confiante dans sa science, la *Royal Society* de Londres l'avait chargé de préparer une expédition pour l'observation du passage de Vénus sur le Soleil en 1760, passage visible seulement dans l'hémisphère austral. Malheureusement le Gouvernement refusa de lui donner le commandement du navire, Sir Edward

(1) Cook, James. *Voyages vers le Pôle Sud et autour du monde, sur les vaisseaux de Sa Majesté, la « Résolution » et l' « Aventure », en 1772-75.* 3 vol. Londres, 1777.

Georges Forster. *A voyage round the world in H. M. Sloop « Resolution » commanded by Captain Cook. 1772-75.* 2 vol. Londres, 1777.

John Reinhold Forster. *Observations made during a voyage round the world, on physical Geography, natural History and Ethic Philosophy.* Londres, 1778.

Andrew Sparmann, *Voyage to the Cape of Good Hope, towards the Antarctic Circle and round the world, but chiefly into the country of the Hottentots and Coffres, from 1772-76.* 2 vol. Londres, 1785.

Hawke, premier lord, jurant qu'on lui couperait la main droite avant qu'il ne consentît à signer une commission où un bâtiment du roi serait confié à quelqu'un ne faisant pas partie de la Marine royale. Toutefois Dalrymphe fut nommé chef de la mission scientifique ; mais dépité de n'être pas le maître absolu, il refusa de partir.

Le commandement du navire fut alors remis à James Cook, maître de la Marine royale, homme tout aussi capable de diriger l'expédition scientifique que de conduire un vaisseau. Mais de ce jour, Cook ne connut pas de plus grand ennemi que Dalrymphe et il le vit bien au retour de cette expédition, après la publication des résultats.

D'ailleurs le but de cette croisière était avant tout de faire des observations astronomiques. Cependant, après avoir observé le passage de Vénus, le 1er juin 1769, Cook fit le tour de la Nouvelle Zélande, prouvant ainsi que c'était une île et non un continent ; puis il dressa la carte de la côte orientale de la Nouvelle Hollande, traversa le détroit qui sépare cette terre de la Nouvelle Guinée, détroit, comme le fit remarquer Dalrymphe avec une intention méchante, déjà découvert par Torres, et revint directement en Angleterre.

A son retour, les documents de l'expédition furent confiés à un homme de lettres avec mission d'en publier les parties les plus intéressantes et de les combiner sous une forme très littéraire avec les récits des voyages de circumnavigation de Byron, de Wallès et de Carteret. L'homme de lettres accomplit si bien sa tâche qu'il a fallu attendre le XXe siècle pour que la partie scientifique presque entière fût publiée.

Le gouvernement anglais prépara bientôt une nouvelle expédition destinée à résoudre la question de cette terre antarctique. Il en confia la direction à Cook, comme récompense de sa première croisière, avec

mission d'acheter deux navires et de les équiper entièrement. Cook prit le commandement du plus grand, la *Résolution*, jaugeant 462 tonneaux et monté par 112 hommes d'équipage. Le second, l'*Aventure*, de 336 tonneaux avec 81 hommes d'équipage, était sous les ordres du lieutenant Tobias Fourneaux.

Les vaisseaux furent approvisionnés pour deux ans, non pas que Cook dût hiverner dans ces régions désolées, mais le ravitaillement était très difficile dans l'hémisphère sud où les ports les plus proches du cercle antarctique étaient Le Cap, La Plata, Valparaiso et Batavia.

Cook était certainement l'un des hommes de son époque les plus aptes à remplir une telle mission. Fils d'un simple journalier de Marton, village du duché d'York, il dut à la bonté d'un riche propriétaire des environs, la faveur d'être admis dans une école où il apprit à lire et à écrire, seule instruction qu'il ait jamais reçue. Placé en apprentissage à l'âge de treize ans chez un marchand mercier de Newcastle, Cook aurait peut-être suivi tranquillement cette obscure profession, si le voisinage de la mer ne fût venu éveiller dans cet enfant une passion qui devint celle de toute sa vie, la passion des voyages. Il s'engagea alors comme novice sur un bâtiment faisant le commerce de charbon de terre ; successivement mousse, matelot, maître d'équipage, il touchait à sa vingt-septième année, lorsqu'en 1755, la guerre éclata entre la France et l'Angleterre. Embarqué sur le vaisseau l'*Aigle*, il ne tarda pas à donner de sa bravoure et de son intelligence des preuves qui lui méritèrent un avancement rapide. Parti pour le Canada le 10 mai 1759, sur le *Mercury*, il y arriva à l'époque où le général Wolfe assiégeait Québec. Sur son ordre, il sonda le canal de Saint-Laurent en face du camp français, fortifié à Montmorency et à Beauport, et fut chargé d'en lever le plan. L'intelli-

gence avec laquelle il procéda à cette opération donna l'idée la plus avantageuse de ses dispositions dans un genre où il s'était toujours montré supérieur à tous ceux qui l'avaient précédé. Confiant en lui-même, Cook se livra alors avec ardeur à l'étude de la géométrie et de l'astronomie qu'il finit bientôt par connaître à fond. Ce fut sur ces entrefaites que le gouvernement anglais lui confia la mission d'observer le passage de Vénus dans les mers australes et le nomma lieutenant de vaisseau.

Première expédition antarctique de Cook (1772-73). — Cook quitta Plymouth le 13 juillet 1772 ; le 29 il était à Madère, et le 30 octobre suivant il jetait l'ancre au Cap, alors colonie allemande, où il devait faire ses approvisionnements. Il y apprit les résultats des voyages de Kerguelen, de Marion et Crozet et emporta une carte de leur découverte. Il avait à son bord comme naturalistes M. Forster et son fils, ainsi qu'un suédois élève de Linné, Andren Spartmann, qu'il rencontra au Cap.

L'expédition quitta cette ville le 22 novembre 1772, se dirigeant vers le Cap Circoncision de Bouvet. Les premières glaces furent rencontrées le 10 décembre par 50° 10′ S. et 20° E. ; c'était un énorme iceberg tabulaire aux côtés perpendiculaires. Le lendemain Cook se trouvait à la latitude même de la terre de Bouvet, mais trop à l'est pour l'apercevoir. Poursuivant ensuite sa route vers le sud, il parvint bientôt à la latitude de 59° sur le 10e méridien E. Il était donc à 480 kilomètres au sud du continent supposé de Bouvet et, comme le temps était clair, il était en droit d'affirmer que ce continent n'existait pas et ne pouvait être qu'une île, si même Bouvet n'avait pas été le jouet d'une illusion. D'autre part, les glaces, qui devenaient de plus en plus nombreuses, dérivaient parfaitement vers le nord : il

n'y avait donc pas de ce côté des terres étendues pour leur faire obstacle.

Le 2 janvier 1774, suivant les instructions reçues au moment du départ, il reprenait la direction sud-est et, le 17 du même mois avant midi, il avait l'honneur d'atteindre et de dépasser le cercle polaire antarctique. C'était là un fait remarquable; Cook aurait désiré pousser plus avant ses recherches, mais le soir même il se trouvait tout à coup devant une vaste étendue de glace solide s'élevant seulement de 5 à 6 mètres au-dessus du niveau de la mer, et s'étendant avec une surface parfaitement unie aussi loin qu'il était possible de voir vers le sud. Les navires se trouvaient alors à la latitude de 67°15′ S. sur le méridien 39°35′ E. La saison était trop avancée pour chercher à tourner l'obstacle vers l'est et, à son grand chagrin, mais à la vive joie de l'équipage, Cook dut remonter vers le nord et se diriger du côté du canal Mozambique.

A la fin de janvier, il recherchait en vain la terre trouvée par Kerguelen l'année précédente. Mais il se trouvait 10 degrés trop à l'ouest, aussi ne vit-il rien. Comme il pouvait encore espérer quelques semaines de beau temps, il se dirigea de nouveau vers le sud et rencontra les glaces flottantes au milieu de février par 57° de latitude. Le 24 février, l'amoncellement des glaces l'empêchait encore d'aller plus loin ; il se trouvait alors à 61°52′ S. et 95° E. Longeant ensuite le 60e parallèle aussi fidèlement que les glaces le lui permettaient, il arriva le 16 mars au 147e méridien E. Désireux de faire une reconnaissance vers la Terre Van Diémen afin de savoir si elle était reliée aux Nouvelles Galles du Sud, Cook en fut empêché par la violence des vents Ouest qui le portèrent vers la Nouvelle Zélande où il atteignit le 26 mars.

« Nous avions fait, dit Cook dans son Journal, dans une campagne de 117 jours, 3660 lieues sans voir la

terre une seule fois. Ainsi finit notre première campagne pour la recherche des terres australes. Depuis notre départ du Cap de Bonne Espérance jusqu'à notre arrivée à la Nouvelle Zélande, nous essuyâmes toutes sortes de maux ; les voiles et les agrès avaient été mis en pièces, le tangage et le roulis du vaisseau très violents, et ses œuvres-mortes rompues par la violence des entorses. Les effets terribles de la tempête, peints avec tant de force et d'expression par l'habile rédacteur du voyage de l'amiral Anson, ne furent rien d'ailleurs en comparaison de ce que nous eûmes à souffrir...»

Désireux de faire reposer son équipage après tant de fatigues, Cook resta à la Nouvelle Zélande jusqu'au 17 juin. A cette époque, il reprit la mer et pendant trois mois, il explora l'Océan Pacifique jusqu'au 135e degré O., entre 41° et 46° S. Vers la fin d'août, l'illustre navigateur jetait l'ancre à Taïti où il ne faisait qu'un court séjour pour revenir ensuite à la Nouvelle Zélande. En chemin, les deux navires se séparèrent et ne se revirent plus qu'en Angleterre.

Seconde expédition antarctique de Cook (1773-74). — En décembre 1773, Cook reprenait de nouveau la route des régions antarctiques et, le 12 du même mois, il rencontrait les premières glaces par 62°10′ S. et 172° O., bien plus au sud du Cap de Bonne Espérance que l'année précédente. Le 15, il était forcé de revenir vers le nord, mais le 20, il coupait pour la deuxième fois le cercle antarctique à l'intérieur duquel la *Résolution* vogua pendant trois jours, jusqu'à 67°31′ S. le 22 décembre. Mais les fatigues imposées aux officiers et à l'équipage étaient extrêmes, et Cook, sentant qu'on ne pouvait leur demander l'impossible, reprit la route du nord à la longitude de 135° O. après avoir fait 12° 1/2 au sud de ce cercle. Il atteignit bientôt des latitudes plus propices, mais ce fut pour peu de temps puisque, le 18 janvier, nous le retrouvons sous le 60e

parallèle et, le 26, il franchissait pour la troisième fois le cercle antarctique sur le méridien 109°31′ O. par un temps très clair et une mer absolument libre. Toutefois les glaces apparurent le lendemain et un brouillard intense empêcha de continuer la navigation vers le sud.

La situation à bord du navire devenait d'ailleurs très pénible, les hommes exténués et malades ne suffisaient plus au service des voiles : « Notre situation était alors fort triste, même pour ceux qui avaient conservé leur santé, et insupportable pour les malades à qui les membres perclus causaient des douleurs excessives. L'aspect de l'océan était épouvantable, et l'on eût dit qu'il se mettait en colère de ce que de présomptueux mortels osaient voguer sur son sein à une distance aussi considérable des routes connues. Tout portait l'empreinte de la tristesse, et un silence alarmant régnait autour de nous. Ceux-mêmes qui étaient accoutumés à la mer depuis leur enfance, avaient du dégoût pour les nourritures salées ; l'approche de l'heure du dîner nous faisait de la peine, et dès que l'odeur des aliments frappait nos organes, il nous était impossible d'en manger... »

Sans voir la terre, Cook cependant la devinait très proche, mais inaccessible, en raison des remparts de glace l'entourant de toutes parts.

Toutefois l'épuisement de l'équipage et la maladie le forcèrent une fois de plus à remonter vers le nord ; après avoir visité l'Ile de Pâques, les Iles Marquises, Taïti, les Iles des Amis, les Nouvelles Hébrides, la Nouvelle Calédonie, il relâcha à la Nouvelle Zélande, où il reprit des forces pour une nouvelle croisière vers les terres australes.

Troisième expédition antarctique de Cook (1774-1775). — L'illustre navigateur quitta l'île le 10 novembre 1774 et, voguant continuellement vers l'ouest dans le

voisinage du 55e méridien, il arriva en vue des Iles de la Terre de Feu le 17 décembre. C'est là qu'il passa les fêtes de Noël, heureux d'avoir rencontré des troupeaux d'oies sauvages qui fournirent de la viande fraîche à son équipage affaibli. Le Cap Horn fut doublé le 29 décembre et, après deux semaines employées à visiter les îles voisines, Cook prit la direction de l'est, afin de terminer son voyage de circumnavigation autour du Pôle.

De ce côté encore, il constatait que les continents marqués sur les cartes par tous les géographes de l'époque n'existaient que dans leur imagination. En revanche, le 14 janvier 1775, il arrivait en vue d'une terre inconnue, à laquelle il donna le nom d'Ile Géorgie. Située à la même latitude que le nord de l'Angleterre, cette île est entièrement recouverte de glace même pendant l'été. Habitué à la riche végétation des îles du Pacifique, Cook éprouva une douloureuse impression devant semblable désert.

Quelques jours après, il découvrait encore le groupe des Sandwich qu'il visitait complètement. L'aspect n'en était pas moins triste : la glace et la neige formaient un manteau à peu près uniforme, si bien qu'à première vue, on aurait pu confondre ces îles avec des masses de glaces. D'ailleurs, les périls sans nombre auxquels l'illustre navigateur était sans cesse exposé étaient bien faits pour frapper son imagination.

« Le danger qu'on court à reconnaître une côte dans ces mers inconnues et glacées est si grand que, j'ose le dire, personne ne se hasardera à aller plus loin que moi et ainsi les terres qui peuvent être au sud ne seront jamais reconnues : il faut affronter les brumes épaisses, les neiges, le froid et tout ce qui peut rendre la navigation dangereuse. L'aspect des côtes, plus horrible qu'on ne peut l'imaginer, accroît encore ces difficultés. Ce pays est condamné par la nature à ne jamais sentir

la chaleur du Soleil, mais à rester enseveli dans des neiges et des glaces éternelles. Les ports qu'il peut y avoir sont sûrement remplis de neige glacée d'une grande profondeur ; mais s'il y en avait quelqu'un qui fût assez ouvert pour y admettre un vaisseau, le bâtiment courrait risque d'y rester attaché ou d'en sortir au milieu d'une île de glace. Les îles et les radeaux qui sont sur la côte, les gros morceaux de glace qui tombent dans le port, ou de lourdes et pesantes ondées de neige accompagnées d'une gelée vive, seraient également funestes. »

Avant de regagner les contrées plus hospitalières du nord, Cook voulut rechercher encore une fois la terre signalée par Bouvet, mais toutes ses recherches furent inutiles et le hardi marin quitta les mers du sud, persuadé que son illustre devancier n'avait vu qu'une île de glace. Les 18 et 19, il rencontra plusieurs navires et, le 22 au matin, il jetait l'ancre dans la Baie de la Table et terminait son voyage, le plus aventureux qui eût été accompli depuis Magellan. Il était resté trois ans en mer et revenait avec un équipage encore vigoureux et plein de santé. Il n'avait, pendant tout ce temps, perdu que quatre hommes, trois par accident et un de maladie.

Il revenait sans avoir découvert les fameuses terres que l'on s'était plu à installer au sud du 50e parallèle, et il n'était pas éloigné de croire que ce continent était purement imaginaire. Toutefois il ne niait pas l'existence d'une terre plus australe et située entièrement à l'intérieur du Cercle antarctique. « J'ai fait le tour de l'hémisphère austral dans une haute latitude, dit-il à la fin du récit de son voyage, et je l'ai traversé de manière à prouver sans réplique qu'il n'y a point de continent, à moins qu'il ne soit près du pôle et hors de la portée des navigateurs. En parcourant deux fois la mer du tropique, j'ai déterminé la position de quelques

terres anciennement découvertes, et j'en ai découvert un grand nombre de nouvelles ; je crois que j'ai laissé peu de choses à faire en ce genre dans cette partie du globe ; je me flatte aussi que l'objet de l'expédition a été à tous égards parfaitement rempli, l'hémisphère austral assez reconnu, et qu'après cette relation, on ne parlera plus du continent austral qui a occupé, pendant près de deux siècles, l'attention de quelques-unes des puissances maritimes, et exercé la spéculation des géographes de tous les âges.

» Sans doute il peut y avoir un continent ou une grande étendue de terre près du pôle ; je pense même qu'il y en a véritablement une, et il est probable que nous en avons vu une partie. Le froid excessif, le grand nombre d'îles et les vastes radeaux de glace, tout tend à prouver qu'il y a une terre au sud. Je suis persuadé aussi que cette terre australe doit être située ou s'étendre plus loin au nord du côté de l'Atlantique et de la mer de l'Inde. J'en ai déjà donné quelques raisons, j'ajouterai que le degré de froid que nous avons éprouvé, plus fort dans ces mers que dans l'Océan Pacifique du sud sous les mêmes parallèles, en est une nouvelle. Quoi qu'il en soit, la nature condamne ces contrées à un froid perpétuel, elles ne sentent jamais la chaleur du Soleil, et je ne connais point dans notre langue de termes qui puissent exprimer combien leur aspect est horrible et sauvage. Si telles sont les terres que nous avons découvertes, que peut-on attendre de celles qui gisent plus loin au sud ? Car il y a apparence que nous avons vu les plus belles, puisqu'elles sont situées plus au nord. Si quelque navigateur avait assez de constance et d'intrépidité pour éclaircir ce point, en s'avançant au sud plus loin que moi, je ne lui envierais pas l'honneur de ses découvertes, j'ose dire que le public n'en retirerait aucun avantage. »

A une légitime fierté pour ses découvertes, Cook en ajoutait une autre basée sur des raisons bien différentes.

« Quel que soit le jugement public sur nos travaux et sur leur succès, dit-il en terminant, je finis cette relation en observant, avec une véritable satisfaction, que, lorsque les philosophes ne discuteront plus sur le continent austral, ce voyage du moins sera remarquable aux yeux de tous les hommes sensibles, parce que je suis venu à bout de conserver la santé d'un équipage nombreux dans un si long espace de temps, dans des climats si divers et malgré une suite continuelle de peines et de fatigues. »

La *Royal Society* de Londres fut de son avis en le nommant pour cette raison un de ses membres et en lui décernant sa médaille d'or. Comme récompense, le Gouvernement l'éleva au grade de *Capitaine* et il fut nommé l'un des administrateurs de l'hôpital de Greenwich.

Telle fut la première tentative faite pour arracher à cette partie de notre globe des secrets encore trop nombreux aujourd'hui. Les résultats obtenus par Cook sont extrêmement importants, puisqu'ils devaient permettre au commerce de s'emparer de ces contrées et d'en tirer des richesses incalculables, par la pêche des baleines, des phoques et autres animaux qui peuplaient alors en très grande abondance les mers australes, d'après les récits de Cook.

Aussi voyons-nous, dès 1778, les pêcheurs anglais se diriger en foule vers la Géorgie du Sud et le Détroit de Magellan et en revenir avec de riches cargaisons de peaux et d'huile. Malheureusement les marins, qui prenaient part à ces expéditions toutes commerciales, n'avaient d'autre but que de faire bonne chasse et bonne pêche et de s'assurer pour l'avenir les mêmes avan-

tages : aussi avaient-ils bien soin de cacher la position exacte du théâtre de leurs exploits ; souvent même ils allaient jusqu'à donner des renseignements absolument faux pour dérouter les concurrents.

Cependant, à la fin du XVIIIe siècle, les navigateurs et les géographes discutaient beaucoup sur l'existence problématique d'un groupe d'îles situées à l'est des Falkland et connues sous le nom d'Iles Aurore. Découvertes en 1762 par le navire *Aurore*, elles furent revues à diverses reprises, d'abord par le *San Miguel* en 1769, puis de nouveau par l'*Aurore* en 1774 et plus tard en 1779 et 1790, si bien qu'en 1794, le gouvernement espagnol envoya la corvette *Atrevida* pour fixer leur position. L'une des îles se trouvait à 53°15′ S. et 41°4′ O., l'autre à 52°37′ S. et 41°26′ O. de Cadix.

Les Anglais n'étaient pas seuls à profiter des découvertes de Cook. Les pêcheurs américains s'étaient dirigés en masse vers l'Atlantique austral et bientôt même avaient presque accaparé toute la pêche. Quelques-uns ajoutèrent les observations géographiques à leur travail principal. Ainsi, d'après Edmund Fanning, le capitaine Swain de Nantucket aurait découvert en 1800 par 59°30′ S. et 100° O., une île qui reçut alors son nom et qui est problablement la même que l'île appelée actuellement Ile Dougherty.

D'autre part, il paraîtrait que les pêcheurs américains avaient découvert les Iles Shetland du Sud dès le début du XIXe siècle et s'y étaient établis à partir de 1812 dans le plus grand secret. Ces îles furent reconnues en 1819 par l'Anglais Smith (1) qui rendit publique sa

(1) J. Miers, *Account of the discovery of New South Shetland, with observations of its importance in a geographical, commercial and political point of view* (PHILOSOPHICAL JOURNAL d'Édimbourg, III, 1820, pp. 367-380).

Dr Young, *Notice of the voyage of Edward Bransfield, master of his Majesty's Ship Andromache, to New South Shetland* (IBID., IV, 1821, pp. 345-348).

découverte ; il ignorait d'ailleurs le caractère insulaire de cette terre nouvelle et beaucoup pensèrent que c'était là l'extrémité du continent austral. L'année suivante, Bransfich, au nom du gouvernement anglais, dressait une carte détaillée de cette région, mais n'arrivait pas à en faire le tour complet.

L'Américain Fanning et un certain nombre de bateaux pêcheurs visitèrent également ces lieux à la même époque. Le quartier général était situé dans le magnifique port formé par l'ancien cratère du volcan de l'Ile Déception. De son sommet, le commandant Benjamin Pendleton observa au sud plusieurs montagnes très élevées et, parmi elles, un volcan actif. Le capitaine Palmer envoyé en reconnaissance ne put aborder cette terre à cause des glaces, et à son retour il rencontra l'expédition de Bellinghausen. L'année suivante, il revint explorer les mêmes parages ; Powell l'accompagnait et prit de ce groupe d'îles, ainsi que des Orkneys du Sud, une carte détaillée (1).

Citons encore le voyage de l'Américain Morrell dont le récit est quelque peu fantastique et regardé comme faux par beaucoup de géographes. A l'en croire, pendant son voyage d'exploration autour du Pôle antarctique, il aurait passé très au sud des terres découvertes depuis et désignées sous les noms de Terre de Budd, Terre de Knox, Terre Termination, Terre Kemps, Terre Enderby et Terre de l'Empereur Guillaume II. Si son récit est vrai, ces terres ne seraient que des îles ; sans doute rien ne s'oppose à ce qu'il en soit ainsi, mais l'expédition de Morrell est si extraordinaire en tant de points que le doute est bien permis.

Croisière de Bellinghausen (1819-1821) (2). — Arri-

(1) Edmund Fanning, *Voyages round the world, with selected sketches of voyages to the South Seas...* Londres, 1834. — Balch, Edwin Swift, *Antarctica*. Philadelphie, 1902.

(2) F. G. Bellinghausen, *Deux voyages d'exploration dans l'Océan An-*

vons maintenant à la célèbre expédition russe de Bellinghausen. Par ses résultats, elle est digne d'être comparée aux voyages de Cook : c'est assurément l'une des plus importantes expéditions antarctiques qui aient jamais été entreprises.

En 1819, le tsar de Russie, Alexandre Ier conçut le projet d'envoyer deux expéditions, l'une vers le Pôle Nord, l'autre vers le Pôle Sud, et formées chacune de deux navires sous les ordres d'officiers de marine. L'amiral Bellinghausen était nommé chef de l'expédition australe et commandait le *Vostok* monté par 117 hommes. Le second navire, le *Mirni*, moins bon voilier, était confié au lieutenant Lazareff et portait 72 hommes.

Le 5 juillet 1819, l'Empereur visita les deux vaisseaux dans la rade de Cronstadt et, le 15 du même mois, le *Vostok* et le *Mirni* quittaient la Russie pour leur longue croisière. Le 27 décembre, ils étaient en vue de la Géorgie du Sud. Peu après, les navigateurs russes rencontraient les premières glaces ; le 3 janvier 1820, ils découvraient trois petites îles au nord de l'Archipel des Sandwich.

Bellinghausen visita ensuite le groupe entier. Mais les glaces devenaient de plus en plus nombreuses et peu après avoir passé le 60e parallèle, il se trouvait arrêté par le pack solide et obligé de se diriger d'abord vers l'ouest, puis vers le nord. Après avoir été ballottés par une tempête affreuse qui fit passer à l'équipage des deux navires des heures de mortelle angoisse, les navigateurs russes purent reprendre la route du sud vers le 8e degré de longitude ouest et entrer dans une région encore inexplorée ; ils espéraient trouver de ce côté des terres nouvelles. Le 26 janvier, Bellinghausen

tarctique et autour du monde en 1819-1820 et 1821 sur les corvettes Vostok et Mirni. 2 vol. et un atlas. St Pétersbourg, 1831. — Hugh R. Mill, *The Siege of the South Pole*. Londres, 1905.

passait le cercle anctarctique sur le méridien 3° O. et le lendemain, il rencontrait une glace infranchissable par 69°21′ S. Après être resté trois jours dans ces parages, la mer lui parut moins embarrassée du côté du sud où il crut pouvoir s'avancer plus loin ; mais le 1er février, par 69°25′ S. et 1°11′ O., il dut rebrousser chemin et reprendre la route du nord.

Après avoir suivi quelque temps le 65e parallèle, il retournait vers le sud et atteignait, le 16, la latitude 69°6′ sur le 18e méridien ; mais, le 19, il était encore obligé de revenir vers des régions plus clémentes. Il croisa le cercle antarctique pour la troisième fois en un point où Cook avait déjà passé 47 ans plus tôt, très près de la Terre d'Enderby. Un violent orage s'abattit le 26 sur les deux navires, et ce fut miracle qu'ils se soient retrouvés trois jours plus tard l'un près de l'autre sans avaries sérieuses. Bellinghausen avait quitté Rio de Janeiro depuis plus de cent jours ; bien que son équipage fût dans un état de santé excellent, il éprouvait le besoin de nourriture fraîche. Aussi prit-il la direction de l'Australie qu'il atteignit à Sydney Harbour le 29 mars.

L'hiver austral de 1820 fut employé à des croisières à travers les îles du Pacifique. L'archipel de Puma, en particulier, incomplètement connu à cette époque, fut visité. La découverte de 17 îles nouvelles fut la récompense du dévouement des marins russes. De retour à Sydney Harbour le 19 septembre, Bellinghausen y apprenait la découverte des Nouvelles Shetland du Sud par William Smith en 1819.

Le 11 novembre 1820, l'illustre navigateur reprenait la route du sud et quinze jours plus tard atteignait l'Ile Macquarie. Dans les premiers jours de décembre, il passait le 60e parallèle au sud duquel il devait parcourir 145 degrés de longitude pendant une période de 2 mois et 3 jours.

Le 6 décembre, les premières glaces apparurent à

l'horizon et un peu après on atteignait la banquise au sud de la Nouvelle Zélande. Malheureusement, on était au commencement de l'été et les glaces étaient encore réunies, sans quoi les Russes auraient pu se diriger plus avant vers le sud et découvrir vingt ans avant Ross la Terre Victoria et la mer qui porte le nom du grand navigateur anglais.

La barrière de glace obligea donc Bellinghausen à faire route vers l'ouest ; le 24 décembre, les vaisseaux passèrent de nouveau le cercle antarctique par 164°34' O. Deux jours après, ils étaient forcés de se retirer plus au nord. D'ailleurs les glaces flottantes étaient extrêmement nombreuses : ainsi le jour de Noël, il n'y avait pas moins de 244 icebergs visibles à l'horizon.

Le 11 janvier, Bellinghausen franchissait le cercle antarctique pour la cinquième fois. Mais la barrière se présentait bientôt de nouveau formidable et infranchissable; peu après, il atteignait le point le plus austral de tout le voyage à 69°52' S. et 92°10' O. le 1er janvier 1821.

Quelques jours plus tard, on apercevait à l'horizon une masse sombre sur un fond de glace : c'était une île située à 69° S. et 90° O. à laquelle Bellinghausen donna le nom d'Ile Pierre Ier, en mémoire du grand tsar qui avait su tirer la Russie de son isolement. A la fin de janvier, une côte d'une étendue considérable était en vue, mais la glace empêcha de l'approcher à moins de 65 kilomètres : cette nouvelle terre fut appelée Terre Alexandre Ier en l'honneur du tsar régnant.

Bellinghausen fit ensuite voile vers les Shetland dans l'espoir de reconnaître si ces îles sont reliées d'une façon quelconque au continent antarctique supposé. Il y rencontrait huit navires de pêche anglais. L'amiral russe, après avoir traversé les Orkneys du Sud et terminé son voyage de circumnavigation aux Géorgies du Sud, reprenait la route de l'Europe et rentrait dans le port de Cronstadt le 5 juillet 1821, après un magnifique

voyage d'une durée de deux ans, pendant lequel il n'avait perdu que trois hommes ; sur les 751 jours d'absence, 527 avaient été passés en mer.

On ne peut trop admirer un tel voyage : c'était une continuation magistrale de celui de Cook ; il le complétait même en tout point sans jamais faire double emploi avec lui. Comme résultat pratique, l'expédition russe avait navigué sur 242 degrés de longitude au sud du 60° parallèle et presque toujours en des points non visités par Cook. Elle rapportait donc l'assurance d'une mer libre au sud de ce parallèle et, s'il existait un continent, ce ne pouvait être que très loin vers le Pôle.

Jusqu'ici, sauf les deux expéditions de Cook et de Bellinghausen, les seuls bâtiments ayant sillonné les mers australes avaient été des navires de commerce. Les découvertes faites par les pêcheurs étaient d'abord tenues secrètes par crainte de la concurrence. Cependant quand les nouvelles terres et les nouvelles îles furent connues de tous les armateurs, ceux-ci, dans l'intérêt même de leur commerce, sentirent la nécessité d'acquérir une connaissance plus certaine de ces régions éloignées. C'est ainsi que fut préparée l'expédition confiée à Weddell, en 1819. Dans un premier voyage, Weddell commença l'exploration des Shetland du Sud ; il fut probablement le premier marin anglais à les visiter.

Une seconde croisière (1) sur le brick *Jane de Leith* accompagné d'un cutter de 65 tonneaux, le *Beaufoy*, de Londres, sous la direction de Matthew Brisbane conduisit à des résultats nouveaux et inattendus. Le 12 janvier 1823, Weddell était en vue des Orkneys du Sud où il restait plusieurs jours afin de les explorer et

(1) James Weddell, *A voyage towards the South Pole performed in the years 1822-24, containing an examination of the Antarctic sea to the 74th degree of latitude, and a visit to Tierra del Fuego with a particular account of the inhabitants.* Londres, 1825.

de les décrire. Le 22 du même mois, il prenait la route du sud ; le 27, il se trouvait à 60°58′ S. et 39°40′ O. d'où il se lançait définitivement vers des régions inconnues. Le 10 février, tout le monde à bord crut voir une terre nouvelle à l'horizon : c'était seulement un énorme iceberg sur le côté duquel se trouvait une grande quantité de terre incorporée à la glace, ce qui donnait de loin l'illusion de rochers. Cette vue toutefois remonta le courage des navigateurs. Ils pensèrent avec quelque apparence de raison que la terre vue sur l'iceberg ne pouvait provenir de loin, et ils conservèrent la direction du sud.

Peu à peu, à mesure que la latitude devenait plus élevée, les glaces se faisaient plus rares, la température plus douce ; le 18 février, à la latitude de 73°, il n'y avait aucune parcelle de glace visible jusqu'à l'horizon, de nombreuses baleines jouaient autour des navires et « la mer était littéralement couverte de pétrels bleus ».

Dans la nuit du 19, le vent tomba, mais dans la matinée du 20, il commença à souffler une brise du sud-ouest.

« L'atmosphère était devenue très limpide, aucune terre n'était en vue. Trois îles de glace étaient visibles du pont et une autre du sommet du grand mât. L'une d'elles était couverte de pingouins. Notre latitude à ce moment, le 20 février 1823, était 74°15′ et la longitude 34°16′45″ ; le vent soufflant du sud empêchait, à notre extrême regret, notre marche dans cette direction. J'aurais pu explorer vers le sud-ouest, mais songeant à la saison avancée et à la grande distance à parcourir pour revenir dans des mers plus septentrionales — 1600 kilomètres de mer semée d'îles de glace avec de longues nuits et des brouillards fréquents — je ne pouvais faire autrement que de profiter de ce vent favorable pour revenir.

» Je regrettais beaucoup que les circonstances ne

m'eussent pas permis de me diriger plus tôt vers le sud. J'aurais pu alors explorer cette mer plus à loisir. »

Weddell exprima plus tard ses regrets que ses navires n'eussent pas été pourvus des instruments nécessaires aux observations scientifiques. Pendant le retour, le mauvais temps se fit de nouveau sentir avec de la neige et du brouillard. Le 11 mai seulement, les deux navires abordèrent les Iles Falkland où ils devaient passer l'hiver. En octobre, ils prenaient la route des Shetland, rencontraient un pack de glace impénétrable à 62° S. et, après avoir subi plusieurs tempêtes qui leur firent courir les plus grands dangers, ils reprirent la route du nord.

Signalons encore les recherches faites les années suivantes pour retrouver l'Ile Bouvet. Le 10 décembre 1825, le Capitaine Norris, monté sur le *Sprightly* et accompagné du *Lively*, arrivait en vue de l'île. Le 13, il découvrait une autre petite île dans le voisinage de la première, ainsi que plusieurs rochers : c'était l'Ile Thompson.

Jusqu'ici les découvertes avaient été faites exclusivement par des navires armés par différents gouvernements ou accidentellement par des pêcheurs à la recherche d'un bon emplacement. Or, pendant un certain nombre d'années, de riches négociants anglais, les frères Enderby, vont envoyer dans ces régions lointaines toute une série d'expéditions destinées presque uniquement à des découvertes géographiques.

En 1830, John Biscoë partait sur le brick *Tula* escorté du cutter *Lively* (1). Il rechercha d'abord en vain les Iles Aurore à la position fixée par l'*Atrevida*,

(1) John Biscoë, *Recent Discoveries in the Antarctic Ocean, from the logbook of the brig Tula* (JOURNAL OF THE ROYAL GEOGRAPHICAL SOCIETY de Londres, vol. III, 1833, pp. 105-112).

John Biscoë, *Journal of a Voyage toward the South Pole on board the brik Tula, with the cutter Lively in Company*, dans l'*Antarctic Manual* de Hugh Robert Mill. Londres, 1901.

puis le 21 décembre, il arriva en vue des Iles Sandwich qu'il explora assez bien pendant les jours suivants. Le 17 janvier 1831, Biscoë franchissait le 60e parallèle vers 10° de longitude occidentale, presque au même point que Bellinghausen onze ans auparavant. Le 22, les deux navires entraient à l'intérieur du cercle antarctique à 1° E., et, pendant cinquante degrés de longitude, Biscoë put voyager presque toujours beaucoup plus au sud que le navigateur russe. Le point extrême fut atteint le 20 janvier à 69° S. et 10°43' E.

Le 25 février 1831, une terre était signalée à l'horizon, bordée d'une grande muraille de glace. Cette barrière solide avait plusieurs dizaines de mètres en hauteur et était probablement de même nature que la grande barrière de glace trouvée par Ross dix ans plus tard au sud de la Terre Victoria.

Biscoë donna à cette terre le nom d'Enderby. Il resta jusqu'au 16 mars en vue de la côte qui s'avançait dans la mer pour former le Cap Ann.

De perpétuelles tempêtes l'empêchaient d'aborder. Il lutta cependant jusqu'au 4 avril où il atteignit le 80e degré de longitude. Mais ses équipages étaient tellement exténués qu'il fut forcé de gagner des latitudes plus propices et, le 10 mai 1831, il arrivait à Hobart Town.

Après quelques mois d'un repos bien mérité, Biscoë reprenait la mer en octobre 1831, explorait les côtes de la Nouvelle Zélande, les Iles Chatam et Bounty. Il recherchait en vain les Iles Nimrod à la position qui leur était assignée sur les cartes.

La saison s'annonçait propice, il résolut de s'avancer plus au sud et, le 28 janvier 1832, il voguait à l'intérieur du 60e parallèle vers 131° de longitude O., mais toujours plus au nord que Bellinghausen lorsque celui-ci avait visité ces parages. Le 14 février, il était en vue de la Terre Alexandre Ier ; ignorant sa découverte par

l'expédition russe, il lui donnait le nom de la Reine Adélaïde. Il longeait ensuite la Terre de Graham et traversait l'Archipel de Palmer et les Shetland du Sud.

Le 5 mars, la *Tula* jetait l'ancre dans le port de New-Plymouth où Biscoë monté sur le cutter faisait une maigre provision de phoques. Enfin, le 30 janvier 1833, il était de retour sur les rives de la Tamise.

La *Royal Geographical Society* de Londres le récompensa de sa grande médaille d'or. Les frères Enderby satisfaits de la riche moisson scientifique rapportée par le vaillant capitaine, lui confièrent aussitôt deux autres vaisseaux. Pendant le voyage, il donna sa démission pour des raisons inconnues et le commandement des navires fut remis au capitaine Rea.

A son retour en Europe, en 1835, Biscoë reçut la médaille d'or de la Société de géographie de Paris pour ses expéditions antarctiques. Il mourut en 1848 dans la plus profonde misère.

En 1833, les frères Enderby envoyèrent plusieurs navires dans les régions antarctiques, l'un entre autres sous les ordres de Kemp qui s'avança dans le voisinage du 60e méridien E. et découvrit des signes de terre à 66° de latitude S.

En 1838, une nouvelle expédition fut envoyée sous les ordres de Balleny, et les résultats furent aussi importants que ceux de la croisière de Biscoë (1).

Le 16 juillet, Balleny quittait les rives de la Tamise sur le schooner *Eliza Scott* de 154 tonneaux, accompagné du cutter ponté *Sabrina* de 54 tonneaux seulement sous les ordres de H. Freeman. Le 11 janvier 1839, Balleny abordait l'Ile Campbell où par une étrange

(1) John Balleny, *Discoveries in the Antarctic Ocean in february 1839* JOURNAL OF THE ROYAL GEOGRAPHICAL SOCIETY de Londres, IX, 1839, pp. 517-526 ; V. l'*Antarctic Manual* de Mill, pp. 336-345).

William More, *Extract from the log of the Schooner Eliza Scott while south of 55° S. lat... 1839 (Antarctic Manual*, pp. 348-359).

coïncidence il rencontrait Biscoë occupé à pêcher la baleine. Le 27, les deux navires franchissaient le cercle antarctique à la longitude 178° E. Deux jours après, ils étaient entourés par des glaces très nombreuses et, le 1er février, ils s'arrêtaient définitivement par 69° de latitude S. et 172° de longitude E.

Aucun explorateur ne s'était encore autant approché du Pôle dans cette direction. Pendant plusieurs jours, les navires furent plongés dans un brouillard intense ; mais le 9 février, le temps s'éclaircit et dans la matinée, par 66°37′ S. et 164°30′ E. on reconnut l'existence de plusieurs îles où il fut d'ailleurs impossible d'aborder.

Balleny continua sa route vers l'est entre les 63e et 65e parallèles ; le 26 février, les explorateurs crurent voir une terre vers le sud, mais d'une façon très incertaine. Le 2 mars au contraire, par 65° S. et 121° E. la terre était très proche.

Le 24 mars, le *Sabrina* sombrait au milieu d'une tempête, tandis que Balleny reprenait la route de l'Angleterre où il arrivait le 17 septembre au moment où James Ross quittait le port de Londres.

Pendant que Balleny explorait ainsi les mers australes, deux autres expéditions étaient à l'œuvre dans ces régions inhospitalières. L'une d'elles, sous les ordres de Dumont d'Urville, avait déjà exploré pendant l'été 1837-1838 toute la partie située au sud de l'Amérique et se préparait à visiter, l'année suivante, la région même que Balleny venait de parcourir.

L'autre expédition avait été envoyée par les États-Unis et devait passer dans les mers australes les deux étés 1838-39 et 1839-40.

Enfin le gouvernement britannique se préparait à envoyer sur le même point du globe deux vaisseaux commandés par James Ross.

Nous allons successivement décrire les principaux résultats de ces diverses missions scientifiques.

Croisières de Dumont d'Urville (1) *(1838-1840).*— Dumont d'Urville, qui avait déjà visité deux fois les îles du Pacifique, proposa au gouvernement français un nouveau voyage d'exploration dans ces mêmes parages.

Louis-Philippe, probablement sur les conseils de Humbold, fit bon accueil à cette demande, mais il posa comme condition qu'une tentative serait faite pour explorer les mers antarctiques et surpasser le record de Weddell vers le Pôle Sud. D'Urville accepta la clause sans enthousiasme ; il ne voyait pas l'utilité d'une semblable expédition et, en 1837, dans un discours à la Société de géographie, il prononçait les paroles suivantes :

« Si l'entreprise est hardie et peut-être impraticable pour certains esprits, il est du moins honorable de la tenter et, quel qu'en soit le résultat, elle fournira l'occasion de faire des observations intéressantes. »

D'Urville savait d'ailleurs qu'au même moment les États-Unis envoyaient dans l'Antarctique Wilkes avec deux vaisseaux et que, de son côté, l'Angleterre était sur le point de se décider à une pareille tentative.

On confia au célèbre navigateur l'*Astrolabe*, navire de guerre avec lequel il avait déjà fait le tour du monde, et le *Zélée* qui eut pour commandant en second le capitaine Jacquinot. On ne fit rien pour protéger ces deux vaisseaux contre les chocs possibles des glaces. L'Académie des Sciences élabora un programme détaillé des observations à faire au cours du voyage et surtout dans l'extrême-sud.

Le 7 septembre 1837, l'*Astrolabe* et le *Zélée* quit-

(1) Dumont d'Urville, J. S. C., *Voyages au Pôle Sud et dans l'Océanie sur les corvettes l' « Astrolabe » et le « Zélée » exécutés par ordre du Roi pendant 1837-40 : Histoire du voyage*, 23 vol. ; *Atlas*, 6 vol. Paris, 1841-45.

Id., *Rapport à M. le Ministre de la Marine et des Colonies* (BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE. Paris, 2e série, XIII, 1840, pp. 345-365).

taient Toulon. Après avoir touché à Rio de Janeiro et avoir consacré un mois à des travaux hydrographiques à Fort Famine, dans le détroit de Magellan, les deux navires prirent, le 11 janvier 1838, leur point de départ de la Terre des États, pour se diriger au sud-est, vers la région où Weddell avait pu en 1823 s'élever à la plus haute latitude australe qu'eût encore atteinte aucun navigateur.

Le 18 janvier, les explorateurs qui, depuis leur départ, avaient navigué sur des eaux parfaitement libres, aperçurent un bloc de glace de plus de 25 mètres de hauteur. Le lendemain, les masses flottantes allaient en augmentant ; enfin, le 22, arrivés à 63°39′ de latitude S. et 44°47′ de longitude occidentale, ils furent arrêtés par une barrière de glace compacte, s'étendant à perte de vue du sud-ouest au nord-ouest.

Pendant quelques jours, d'Urville côtoya cette interminable muraille jusqu'aux Iles Orkneys où il s'arrêta une semaine pour des études hydrographiques.

Le 2 février, il prit de nouveau la route du sud. Dès le 4, par 62°, il retrouva la banquise ; croyant apercevoir un espace libre, il y lança les deux corvettes et ne tarda point à se trouver emprisonné dans des glaces de plus en plus resserrées, que le froid toujours croissant menaçait de souder entièrement. Ce ne fut qu'après des efforts inouïs que l'expédition put échapper à un si grand danger. Il fallut briser à coups de pioche les glaces qui arrêtaient les navires, sur une largeur de plus de trois kilomètres et demi, qu'on mit huit heures à franchir à force de voiles et de cabestan.

Dégagés de leur prison, l'*Astrolabe* et le *Zélée* longèrent encore la banquise de l'ouest à l'est pendant l'espace de 480 kilomètres, sans trouver d'issue. Le 14 février, arrivé au trente-troisième degré de longitude, et voyant la barrière de glace prendre la

direction du nord, vers la Terre Sandwich, le commandant, jugeant de nouveaux efforts inutiles, fit gouverner vers l'ouest, pour aller compléter la géographie des Orkneys, refaire celle de la partie orientale des Shetland et tenter encore une pointe au sud vers ces terres inconnues, ces pitons neigeux, vaguement indiqués par les pêcheurs de phoques, qui les avaient désignés sous le nom de Terre de Palmer et de Terre de la Trinité.

Le 27 février, après un long parcours vers le sud, à travers de nombreuses glaces, l'expédition attaqua ces terres mystérieuses dans la portion intermédiaire qu'aucun voyageur n'avait encore décrite. Malgré les obstacles réunis de la brume, des glaces et d'un temps constamment mauvais, elle parvint en huit jours à tracer leur configuration sur une étendue de 192 kilomètres environ, entre les parallèles de 63° et 64° et les méridiens de 58° et 62° à l'ouest de Paris. Ces terres, que couronnent d'immenses pitons, sont couvertes de glaces éternelles d'une épaisseur inconnue ; sans les rochers noirâtres, mis à nu par la fonte des neiges et qui forment leurs limites à la côte, on aurait peine à les distinguer d'avec les glaces nombreuses qui les accompagnent. La principale de ces terres reçut le nom de Louis-Philippe ; on appela Canal d'Orléans le chenal qui la sépare de la Terre de la Trinité, et Terre de Joinville les parties les plus orientales qui aient été reconnues.

La saison, cependant, s'avançait au milieu de ces pénibles travaux et le scorbut s'était déclaré parmi les équipages ; l'état-major lui-même n'avait point échappé à cette cruelle maladie. Il fallut se hâter de quitter ces tristes contrées et, le 5 mars, d'Urville reprenait la route du nord pour gagner l'un des ports du Chili.

Les deux années qui suivirent furent employées à visiter les archipels du Pacifique, but principal du

voyage. Mais avant de revenir en Europe, Dumont d'Urville voulut encore une fois se rapprocher du Pôle dans une région différente de la première et encore vierge de toute exploration, au sud du 60e parallèle entre 120° et 160° de longitude orientale. Son intention était de déterminer aussi exactement que possible la position du Pôle magnétique et, en plus, de précéder dans ces régions les expéditions de Wilkes et de Ross.

Le 1er janvier 1840, il quittait Hobart Town faisant voile vers le sud. La navigation lente et pénible jusqu'au 60e degré de latitude n'offrit aucun intérêt ; mais à partir de ce point, les îles de glace devinrent nombreuses, elles étaient toutes de forme tabulaire et semblaient présager le voisinage d'une terre étendue. Des pétrels, des pingouins, des phoques, une baleine furent observés. Le temps se mit au beau, le Soleil brillant dans tout son éclat produisait un effet magique dans ces paysages d'îles de glaces.

Plusieurs fois, le 18, l'état-major crut voir la terre vers le sud, mais ce n'était qu'une illusion ; enfin, le 19 au soir, on aperçut à l'horizon une terre sous la forme d'une longue ligne brune. Mais, le 20, le vent tomba complètement et les deux navires restèrent immobiles, infligeant le supplice de Tantale aux explorateurs qui voyaient vers le sud-est et le nord-est la terre s'esquisser avec une altitude moyenne de 1000 à 1200 mètres ; aucun sommet proéminent ne rompait la monotonie de ce rivage se dressant à pic au-dessus des eaux de l'Océan.

Le 21 seulement, les deux navires purent s'en approcher à une distance de 15 à 16 kilomètres à travers « une avenue de ces palais de cristal et de diamant si communs dans les contes de fées », par 66°30′ de latitude et 138°21′ de longitude E. ; elle se présentait alors comme un immense ruban s'étendant à perte de vue du sud-sud-est à l'ouest-sud-ouest ; sa hauteur près de la

mer pouvait être de 150 à 200 mètres ; elle était entièrement couverte de neiges et de glaces.

Deux canots furent mis à la mer et plusieurs membres de l'expédition accostèrent une petite île où ils déployèrent le drapeau de la France et prirent officiellement possession de cette terre au nom du gouvernement français. Des échantillons de rochers furent ensuite recueillis et, deux heures plus tard, les deux canots étaient heureusement de retour près des corvettes.

Le premier cap aperçu sur la côte reçut le nom de Cap de la Découverte ; celui qui se trouvait placé près du lieu de débarquement, Pointe Géologie et l'ensemble du continent fut appelé Terre Adélie, en l'honneur de la femme de Dumont d'Urville « qui, disait l'illustre navigateur, a consenti par trois fois à une longue et pénible séparation pour me permettre de faire mes lointaines explorations ».

Les corvettes continuèrent d'avancer à l'ouest, mais le 23 janvier, des montagnes de glace les forcèrent à remonter vers le nord jusqu'au 64e parallèle où la mer se trouvait libre. Le 29, ayant tenté de revenir vers la terre, elles se heurtèrent de nouveau à la banquise. Le temps était mauvais, un vent violent soufflait de l'est et de fréquents brouillards rendaient la navigation très difficile parmi les glaces.

Dans l'après-midi, vers 65° S. et 135° E., un navire apparut tout à coup se dirigeant à toutes voiles vers les vaisseaux français : c'était l'un des bâtiments de l'expédition américaine. Mais au lieu de répondre aux signaux de Dumont d'Urville, le navire changea de direction et ne tarda pas à se perdre dans la brume. Disons à cette occasion combien il est regrettable que les marins des divers gouvernements et les gouvernements eux-mêmes n'aient pas eu alors plus de confiance les uns dans les autres. Si, au lieu d'agir sépa-

rément, les trois expéditions s'étaient concertées avant d'aborder les régions australes, il est certain que la science eût retiré un profit beaucoup plus considérable du dévouement de tous ces hardis navigateurs.

Cependant, toute la journée du 30, par 64°30′ S. et 129°59′ de longitude orientale, la terre fut de nouveau signalée et reconnue sur une longueur de plus de quatre-vingts kilomètres. Cette nouvelle terre reçut le nom de Côte Clarie. A la distance de 5 à 6 kilomètres, elle paraissait comme une muraille verticale de glace de 40 à 45 mètres de hauteur ; elle était parfaitement horizontale au sommet et on ne voyait au delà aucune trace de montagne.

Le lendemain, la terre fut perdue de vue et la banquise se dressa de nouveau en face des navires. D'ailleurs, d'autres raisons forçaient Dumont d'Urville à la retraite. Ses équipages étaient absolument épuisés et incapables de fournir désormais le moindre effort ; lui-même souffrait continuellement d'accès de goutte répétés. D'une santé assez délicate, il avait forcé sa nature pour accomplir jusqu'au bout sa périlleuse mission, et sur ce point il n'avait rien à se reprocher. En quittant Toulon, il avait entendu dire à un de ses matelots qui le voyait s'embarquer malade et souffrant de la goutte : « Oh ! ce bonhomme-là ne nous conduira pas loin. » Or, le bonhomme avait conduit ses hommes plus loin qu'ils ne l'auraient désiré, et pendant près de trois années il leur avait fait parcourir les régions les plus inexplorées de notre globe.

Le 1er février 1840, les corvettes mirent le cap au nord pour rallier Hobart Town, puis, après quelques relâches en divers points, rentrèrent à Toulon après trente-huit mois d'absence.

L'Expédition antarctique américaine de Wilkes (1839-1840) (1). — Dès avant 1828, l'américain John

(1) Charles Wilkes, *Narrative of the Exploring Expedition, by authority*

N. Reynolds avait proposé, comme extrêmement utile au commerce des États-Unis, un voyage d'exploration dans le Pacifique austral et les régions qui avoisinent immédiatement le cercle antarctique. La proposition favorablement accueillie par la Chambre des représentants, le Ministre de la Marine désigna le navire *Peacock* pour faire ce voyage et choisit tout un personnel scientifique ; il s'occupa même d'acheter un second navire et tous les instruments nécessaires. Il informait en même temps la Chambre des représentants que le but de l'expédition serait « d'explorer les îles et les côtes à la fois connues et inconnues aussi loin dans le sud que les circonstances, la sagesse et la prudence le permettraient ».

Il avait compté sans le Sénat. Mécontente de n'avoir pas été consultée dans une entreprise aussi importante, cette auguste assemblée refusa de voter les fonds et n'approuva qu'une petite expédition pour surveiller les travaux de pêche dans le Pacifique.

Reynolds fit une croisière dans le grand Océan, accomplit un voyage autour du globe, et revint plus déterminé que jamais à obtenir une expédition aussi importante que celle proposée dès le début.

Mais, comme dans la plupart de ces circonstances, le voyage adopté en principe fut ajourné indéfiniment par suite de la jalousie de quelques hommes influents. Reynolds lui-même fut écarté, et le commandement donné au lieutenant Charles Wilkes qu'on chargea des préparatifs. On était alors au 20 mars 1838 et le départ fut fixé au mois d'août de la même année.

Toute une escadre était mise sous les ordres de Wilkes : elle comprenait six navires de grandeur et de vitesse très variables : le *Vincennes*, corvette de

of Congress, during the years 1838-1842, 5 vol. Philadelphie, 1845.— James Morton Callahan, *American Relations in the Pacific and the Far East (John Hopkins University studies*. Baltimore, 1901).

guerre de 780 tonneaux, commandé par Wilkes lui-même ; le *Peacock*, corvette de guerre de 650 tonneaux et dont le lieutenant William E. Hudron, qui la dirigeait, disait officiellement quelques semaines plus tard : « Pris dans son ensemble, le *Peacock* est le plus mauvais navire que j'ai jamais monté » ; le *Porpoise*, brick de guerre de 230 tonneaux, sous les ordres du lieutenant Cadwalader Ringgold ; le *Sea Gull*, vieux bateau-pilote de 110 tonneaux, conduit par James W. E. Reid ; le *Flying Fish*, encore plus petit, de 96 tonneaux seulement, commandé par Samuel R. Knox ; enfin le *Relief* que Wilkes dut renvoyer aux États-Unis peu de temps après le départ.

Le 17 février 1839, toute cette petite flottille se trouvait réunie à Orange Harbour dans la Baie de Nassau, à l'extrémité sud de la Terre de Feu. Là, suivant les ordres reçus au départ, le *Vincennes* fut laissé à l'ancre, le *Relief* alla explorer le Détroit de Magellan, tandis que les autres vaisseaux faisaient voile vers les glaces antarctiques.

Wilkes commandait le *Porpoise* et était accompagné du *Sea Gull* conduit par le lieutenant Johnson ; ils devaient visiter le côté sud-est de la Terre de Palmer. On rencontra les glaces le 1er mars, et peu après on arrivait en vue des Shetland du Sud. Le brouillard et le mauvais temps ne permirent pas de débarquer ; on détermina la position de l'extrémité de la Terre de Palmer déjà visitée par Dumont d'Urville. Une série de tempêtes força bientôt les deux navires à regagner Orange Harbour où ils arrivaient le 30 mars.

Pendant ce temps le *Peacock* et le *Flying Fish* avaient pris la direction de l'ouest dans l'intention de dépasser le point extrême atteint par Cook à 106° O. Une violente tempête les séparait le jour même de leur départ, le 25 février 1839. Le *Peacock*, sans prendre la peine de se rendre aux rendez-vous fixés à l'avance,

se dirigea droit vers le sud et rencontra les premières glaces à 63°30′ S. et 80° O. le 11 mars ; il eut les plus grandes difficultés pour atteindre la longitude de 95°44′ O. et la latitude 68°. Là il eut la surprise de trouver le *Flying Fish*. Le petit schooner, sous les ordres du lieutenant Walker, avait été plus heureux ; après avoir visité les divers rendez-vous, il avait réussi, le 21 mars, à atteindre le 105e degré de longitude O., près du 70e parallèle, et déjà il espérait arriver au point extrême visité par Cook dans cette région, quand tout à coup une muraille de glace se dressa devant lui, le forçant à revenir en arrière. Le 25, il rencontrait le *Peacock* et les deux navires réunis reprenaient le chemin de Orange Harbour.

De là, Wilkes conduisit toute sa flottille à Valparaiso ; mais en route, le *Sea Gull* sombrait avec tout son équipage pendant une tempête effrayante. Dans le courant du mois de mai, les cinq autres navires, suivant les instructions reçues au départ, commençaient une croisière à travers le Pacifique. Pendant le voyage, Wilkes renvoyait le *Relief* aux États-Unis et, à la fin de novembre, il atteignait Sydney avec le *Vincennes*, le *Peacock*, le *Porpoise* et le *Flying Fish*.

Wilkes fit aussitôt le nécessaire pour entreprendre une nouvelle expédition vers le Pôle, pendant que les Anglais envoyaient deux navires sous les ordres de James Ross pour visiter les régions mêmes qu'il allait explorer. Les préparatifs terminés, il quittait Sydney le 26 décembre 1830.

Le 2 janvier 1840, le *Flying Fish* disparaissait dans un brouillard et l'on crut qu'il avait subi le sort du malheureux *Sea Gull*. Le lendemain, le *Peacock* était aussi perdu de vue. Wilkes se dirigea alors vers l'Ile Émeraude, lieu de rendez-vous. A la position indiquée, il ne trouvait ni île, ni vaisseaux, et le 10 il rencontrait les premières glaces par 61° S. et 162°30′ E.

Deux jours plus tard, le *Porpoise* disparaissait à son tour dans le brouillard et le *Vincennes* continuait seul sa route vers l'Ouest au milieu des icebergs, le long d'un pack-ice compact.

Le 15 janvier, le *Peacock* et le *Porpoise* étaient de nouveau réunis et rencontraient le lendemain le *Vincennes* à 157°46′ longitude E. Le même jour, sur les trois navires, on crut voir la terre à l'horizon, et Wilkes lui donna le nom de Ringgold's Knoll.

Dans la nuit du 16, le brouillard devint très épais et pendant plusieurs heures les explorateurs se trouvèrent dans une situation très critique au milieu des glaces flottantes poussées par le vent. Le lendemain, Wilkes donna l'ordre au *Peacock* de faire le voyage indépendamment, la lenteur de ce navire retardant l'expédition entière ; le *Vincennes* et le *Porpoise* continuèrent leur route vers l'ouest.

Le 19, Wilkes aperçut très nettement la terre vers le sud-est et vers le sud-ouest à 66°20′ S. et 154°30′ E. Elle semblait avoir une hauteur de 1000 mètres. En fait, Wilkes, qui croyait avoir en face de lui une terre très étendue, ne devait se trouver qu'aux approches d'une île très petite, si même il n'avait pas été le jouet d'une illusion, car des expéditions postérieures ne purent trouver trace de terre dans ces parages.

Le 22, le *Peacock* était en présence d'une terre, et un sondage donnait 320 brasses seulement pour la profondeur de la mer. Deux jours plus tard, en voulant sortir du pack, le navire se trouva tout à coup dans une situation très critique ; le vent le repoussa en arrière si brutalement contre la muraille de glace que le gouvernail fut brisé et qu'il devint impossible de suivre une direction quelconque. Des ancres furent établies sur des glaçons, mais le vent augmentant de violence, les glaces voisines venaient se briser contre les flancs du navire avec un bruit formidable.

Durant plusieurs jours, le *Peacock* resta ainsi dans un péril extrême, malgré les efforts désespérés de tout l'équipage. Le 25, un gouvernail de fortune fut enfin établi, ce qui permit au navire de sortir de sa position critique. Il se trouvait dans un état déplorable : son avant était défoncé par suite des collisions avec les glaçons. Dans ces conditions, la seule chance de salut qui restât aux malheureux explorateurs était de gagner au plus vite le port le plus voisin. Le 21 février, ils jetaient l'ancre à Sydney, après un voyage des plus accidentés : dans ces circonstances, le capitaine Hudson se montra à la hauteur de sa tâche, expérimenté, intrépide et plein de dévouement.

Pendant ce temps, le *Vincennes* et le *Porpoise* continuaient leur route vers l'ouest, le long de la barrière de glace. Le 22 janvier 1840, le *Vincennes* passa au point même où, le lendemain, le *Peacock* devait avoir son funeste accident. A 67°4′ S. et 147°30′ E. Wilkes trouva dans la barrière une large baie : un moment il espéra pouvoir ainsi approcher la terre, mais à minuit il constatait qu'il n'y avait plus d'issue ni à droite ni à gauche, et que vers le sud la muraille de glace se dressait de nouveau infranchissable. Wilkes donna à cette baie le nom de Baie du Désappointement.

Le 25, une tempête de neige vint séparer les deux navires. Plusieurs fois, le 26 et le 27, le *Porpoise* fut aperçu au milieu des glaces, mais le *Vincennes* continua sa route vers l'ouest jusqu'à la longitude 142° E. Le 28, la terre fut très nettement aperçue, mais le temps s'annonçait si mauvais que Wilkes décida de regagner au plus vite la mer libre. Une tempête terrible vint bientôt mettre le navire dans un péril extrême. Pendant sept heures, par un froid intense, l'équipage dut rester sur le pont accomplissant les plus pénibles manœuvres. Le 30, le temps se remit au beau et le *Vincennes* put s'avancer de nouveau vers le sud dans

une mer tranquille, au milieu d'une baie formée d'un côté par la glace et de l'autre par des rochers dont le navire put s'approcher à un demi-kilomètre. La terre se montrait au delà, formant une barrière de 1000 m. environ de hauteur : elle avait une étendue d'au moins cent kilomètres dans la direction est-ouest. La position déterminée était 66°45′ S. et 140°2′ E. ; en cet endroit la mer n'avait que 30 brasses de profondeur.

Bien que l'état de l'Océan ne permît pas d'espérer un débarquement, Wilkes se crut en droit de donner à la terre aperçue le nom de continent antarctique, et au point où il se trouvait celui de Piner's Bay : c'était la terre même que d'Urville venait de découvrir.

Une nouvelle tempête força bientôt le *Vincennes* à s'éloigner. Des obstacles d'un nouveau genre menaçaient d'ailleurs d'arrêter l'expédition : les médecins du bord annoncèrent au commandant que l'état sanitaire de l'équipage laissait tellement à désirer, qu'il devenait urgent de quitter ces parages et de remonter vers des régions plus clémentes. Malgré les remontrances de ses officiers eux-mêmes, Wilkes crut devoir passer outre et le 2 février le navire continuait sa route vers l'ouest.

Une terre élevée apparut bientôt derrière la barrière de glace à 66°12′ S. et 137°2′ E. Puis de nouvelles tempêtes assaillirent le vaisseau jusqu'au 7 où les explorateurs aperçurent très nettement, au sud, la Côte Clarie déjà relevée par d'Urville.

Pendant plusieurs jours, le navire côtoya ainsi de nouvelles terres ; le 12, on put espérer un débarquement, mais le *Vincennes* se trouva arrêté par un flot très dense qui se changea presque subitement en une solide barrière. La position était alors 64°57′ S. et 112°16′ E. La terre se montrait à l'horizon sous forme d'une longue chaîne montagneuse très irrégulière, à 15 ou 20 kilomètres de distance. Le lendemain, la terre

était encore plus proche. Sur une île de glace on recueillit de nombreux échantillons de roches.

Le voyage vers l'ouest se continua jusqu'au 16 où la barrière de glace empêcha d'aller plus loin ; la position du navire était 64°1′ de latitude S. et 97°87′ de longitude orientale. Vers le sud une terre semblait se dessiner, à laquelle Wilkes donna le nom de Termination Land. Elle fut la source de nombreuses controverses : cependant von Drygalski, en 1903, a trouvé une terre non pas à la position indiquée, mais plus au sud ; peut-être Wilkes avait-il pu l'apercevoir.

Le hardi navigateur américain chercha alors un passage vers le nord le long de la banquise et, pendant plusieurs jours, il fouilla toutes les anfractuosités de la muraille de glace. Enfin, le 20 février, par 101° E., il pouvait s'échapper et entrer dans une mer libre. Étant donnée la saison très avancée, il devenait urgent de gagner des régions plus septentrionales et, à la grande joie de l'équipage, Wilkes donna l'ordre du retour. Le 1er mars, le *Vincennes* atteignait la latitude de l'Ile de la *Royal Company* et suivait le parallèle sur huit degrés de longitude sans trouver trace de terre. Enfin, le 11, il jetait l'ancre à Sydney avec un équipage en meilleure santé qu'au moment du départ. Ils retrouvèrent dans ce port le *Peacock* auquel on faisait les réparations nécessaires ; mais du *Porpoise* et du *Flying Fish* on resta sans nouvelles jusqu'au 30 mars, jour où ces deux navires se montrèrent à la Baie des Iles, dans la Nouvelle Zélande.

On se souvient que le *Flying Fish* avait disparu dès le 1er janvier, longtemps avant d'avoir atteint les glaces. Le petit schooner avait été aux deux premiers rendez-vous sans trouver les autres navires et, le 21 janvier, il atteignait la barrière de glace par 65°20′ S. et 159°36′ E. Le 23, des rochers étaient en vue, par 65°58′ S. et 157°49′ E., mais si entourés par la glace qu'il fut impos-

sible de les approcher. Jusqu'au 5 février, le petit navire continua sa croisière au milieu des glaces : l'équipage étant de plus en plus décimé par la maladie, le lieutenant Pinkney donna l'ordre du retour. Le 9 mars, après une traversée extrêmement pénible et dangereuse, on atteignit la Baie des Iles ; ce fut là que les autres navires rejoignirent plus tard l'expédition.

Le *Porpoise* avait quitté le *Vincennes* le 27 février par 65°41′S. et 142°31′E. Le lieutenant Ringgold, s'étant imaginé qu'à cette époque de l'année les vents dominants devaient souffler de l'ouest, prit le parti d'aller le plus tôt possible au point extrême fixé à 105° E. et, au retour, de visiter en détail la barrière de glace. Le 30, Ringgold rencontrait deux navires étrangers plus petits que le *Vincennes* et le *Peacock* : il les prit tout d'abord pour des vaisseaux de l'expédition anglaise. Mais quand les deux navires eurent arboré le pavillon français, le lieutenant leur attribua sans raison des intentions malveillantes et s'empressa de disparaître dans les glaces sans répondre aux signaux qu'on lui faisait.

Comme le *Porpoise* se tint constamment hors des glaces, il arriva sans encombre le 14 février au point extrême assigné à l'expédition : 100° de longitude E. et 64 15′ de latitude australe. Là, Ringgold se rapprocha de la barrière de glace et revint sur ses pas, mais bientôt il quittait définitivement ces parages sans avoir vu la terre et reprenait la route du nord. Le 5 mars, le *Porpoise* était en vue des Iles Auckland ; le 7, les explorateurs jetaient l'ancre dans le port de Sarah's Bosom ; enfin, le 26 mars, ils atteignaient la Baie des Iles où ils retrouvaient le *Flying Fish*.

Les croisières de James Clark Ross dans l'Antarctique 1840-1843 (1). — Cependant, après beaucoup

(1) James Clark Ross, *A voyage of discovery and research in the Southern and Antarctic Regions during the years 1839-43*. 2 vol. Londres, 1847.

Robert M. Cornick, *Voyages of discovery in the Arctic and Antarctic Seas and round the World*. 2 vol. Londres, 1884.

d'hésitations, le gouvernement anglais se décidait à renouveler les glorieuses expéditions de Cook, et à lui donner un successeur dans la personne de James Clark Ross. Nul d'ailleurs n'était plus à même de remplir les missions qu'on allait lui confier.

James Ross naquit à Londres, le 15 avril 1800. A l'âge de 12 ans, il entra dans la marine sous les ordres de son oncle, l'Amiral Sir John Ross, le héros des explorations arctiques. Jusqu'à l'âge de 18 ans, il voyagea sur ses navires. En 1819, il servait à bord de l'*Hécla* sous le commandement de Sir Edward Peary et, pendant huit ans, il accompagna le grand explorateur polaire dans ses expéditions vers le Pôle Nord. En 1827, il était promu au grade de commandant et, en 1829, il partait de nouveau avec son oncle Sir John Ross sur le navire *Victory* de Sir Félix Booth. C'est au cours de ce voyage, qui dura quatre années, que James Ross eut la gloire d'atteindre le Pôle Nord magnétique. Il fut promu au grade de capitaine en 1834 et reçut le commandement du *Cove* en 1836 pour une croisière dans la Baie de Baffin.

L'expédition antarctique lui fut officiellement confiée le 18 avril 1839 et le navire *Erebus* mis directement sous ses ordres. Le *Terror*, qui devait l'accompagner, eut pour commandant Francis Baudon Moira Crozier.

Les deux navires avaient été spécialement aménagés pour leur voyage dans les glaces : toutes les ouvertures avaient été soigneusement calfeutrées pour éviter l'humidité ; la coque avait été doublée de fortes planches de sapin et l'intérieur solidement étayé par des traverses, pour permettre aux bâtiments de supporter sans trop de danger les énormes pressions des glaces.

Enfin, les vivres furent choisis avec une attention toute spéciale, surtout ceux qui préservent du scorbut : on embarqua près de cinq tonnes de carottes et plus de quatre tonnes de conserves au vinaigre. Des vêtements

chauds de première qualité furent donnés gratuitement aux hommes de l'équipage, tous volontaires. Chaque navire portait 64 hommes ; aux deux médecins furent dévolues les observations de zoologie et de géologie ; sur l'*Erebus* ces fonctions étaient remplies par Robert M. Cornick, qui avait déjà beaucoup voyagé dans les régions boréales, et sur le *Terror*, par M. John Robertson. La botanique devait être étudiée plus spécialement par les médecins assistants : sur l'*Erebus*, par le Dr Joseph Dalton Hooker, fils de Sir W. J. Hooker, l'éminent botaniste anglais, et sur le *Terror*, par M. David Lyall.

Ross eut la bonne fortune de n'être pas entravé au cours de ses voyages d'exploration par la minutie des détails dans les instructions données au moment de son départ : l'Amirauté lui fixa simplement la durée de la croisière, mais lui laissa toute latitude sur la façon dont il emploierait son temps dans l'Antarctique. C'était là une marque de confiance toute naturelle : elle devait grandement faciliter la tâche des explorateurs et leur permettre de faire des observations beaucoup plus fructueuses.

Au moment du départ de l'*Erebus* et du *Terror*, Balleny faisait son entrée dans le port de la Tamise sur son petit bateau l'*Eliza Scott* et put ainsi donner au capitaine Ross le détail de ses découvertes autour du Pôle.

Le 25 septembre 1839, Ross quittait l'Angleterre avec ses deux navires. Le 3 octobre, une violente tempête séparait l'*Erebus* et le *Terror* qui se retrouvèrent le 20 à Madère où l'on fit des observations magnétiques pendant plusieurs jours.

Le 13 novembre, l'expédition atteignait les Iles du Cap Vert et, après avoir touché terre au rocher de Saint-Paul et à South Trinitad, elle franchissait l'équateur le 3 décembre ; quatre jours plus tard, on obser-

vait une ligne beaucoup plus intéressante, l'*équateur magnétique*, où l'aiguille aimantée librement suspendue reste parfaitement horizontale.

Le 31 janvier 1840, les deux navires arrivaient à Sainte-Hélène où l'on devait installer un observatoire magnétique confié au lieutenant Lefroy, jeune officier d'artillerie. Un autre observatoire magnétique permanent fut fondé au Cap près de l'Observatoire astronomique : le lieutenant Eardley Wilmot, qui avait fait la traversée sur l'*Erebus*, en prit la direction.

Le 6 avril 1840, les deux navires quittèrent le Cap, mais la nuit même une violente tempête les séparait. Le 21, Ross arrivait en vue de l'Ile Marion où le mauvais état de la mer l'empêcha de débarquer, et quelques jours plus tard il abordait aux Iles Crozet. Il y trouva un groupe de pêcheurs établis depuis dix-huit mois sur l'Ile Possession : par suite de leur isolement, ces malheureux étaient devenus de vrais sauvages et avaient tellement perdu le souci de la propreté que, d'après Ross, les Esquimaux eux-mêmes étaient beaucoup moins répugnants.

Enfin, le 14 mai, l'*Erebus* arrivait à l'Ile Kerguelen et jetait l'ancre au Port-Christmas où le *Terror* l'attendait.

Il avait été décidé avant de quitter l'Europe que des observations magnétiques simultanées seraient faites sur tous les points du globe, les 29 et 30 mai. Ross s'empressa donc d'installer sur l'île un observatoire magnétique. Or, il se trouva que ces deux jours-là furent des jours de grandes perturbations, et au même moment, à Kerguelen et à Toronto, aux antipodes, on put constater que l'aiguille aimantée exécuta des mouvements semblables.

Une série de tempêtes forcèrent les deux navires à rester au port pendant deux mois ; durant tout ce temps, des observations magnétiques horaires furent faites

nuit et jour sans interruption. Le 20 juillet 1840, l'*Erebus* et le *Terror* quittaient Christmas Harbour, mais de nouveau séparés par la tempête, ils ne se retrouvèrent que le 16 août à Hobart-Town.

Les explorateurs y furent reçus par Sir John Franklin qui devait, quelques années plus tard, périr dans les glaces du Pôle arctique. Là, James Ross apprit les croisières de Dumont d'Urville et de Wilkes ainsi que leurs découvertes. Ne voulant pas glaner sur un champ déjà visité et mécontent d'avoir été devancé, Ross changea aussitôt son itinéraire et, au lieu d'attaquer l'Antarctique exactement sur le méridien du Pôle Sud magnétique, il résolut de l'aborder plus à l'est vers le 170e degré de longitude orientale et d'atteindre ainsi le Pôle magnétique de ce côté. Il choisissait ce méridien parce que, deux ans plus tôt, Balleny y avait trouvé une mer ouverte à 59° S.

Le 12 novembre 1840, l'*Erebus* et le *Terror* quittaient Christmas Harbour et, le 20, ils atteignaient les Iles Auckland où les explorateurs firent de nouvelles observations magnétiques. Ils y trouvèrent également deux notes remarquables rappelant le passage au mois de mars de la même année, de l'*Astrolabe* et du *Zélée*, ainsi que du *Porpoise* au retour de leur voyage le long du cercle antarctique.

Le 12 décembre, ils reprenaient la voile, atteignaient le lendemain l'Ile Campbell où le Dr Hooker faisait une ample collection botanique. Le 27, ils rencontraient le premier iceberg, à 63° 20′ de latitude S. et le soir plus de quinze montagnes de glace entouraient les navires. De nombreuses baleines évoluaient autour des vaisseaux, nullement effrayées de ces visiteurs inconnus.

Le 31, la banquise apparut à l'horizon, le vent tomba et les deux bâtiments restèrent devant le front de glace sans pouvoir ni avancer, ni reculer. Le lendemain 1er janvier 1841, une brise légère permettait aux hardis

marins de pénétrer dans les glaces, ce que personne avant eux n'avait osé faire dans ces régions. C'est que jusqu'ici, de Cook à Dumont d'Urville et à Wilkes, les expéditions étaient toutes montées sur des navires ordinaires que le moindre choc aurait brisés ; tandis que l'*Erebus* et le *Terror* avaient été construits à l'épreuve des terribles assauts qu'ils auraient à soutenir dans ces mers difficiles.

Le 9 janvier, après une navigation lente et pénible, les deux navires sortirent du pack et se trouvèrent dans une mer absolument libre, par 69° 15′ S et 176° 15′ E. James Ross dirigea aussitôt sa course droit vers le Pôle magnétique que les observations montraient très proche; tout faisait prévoir que l'expédition atteindrait ce point avant peu de temps, quand tout à coup la terre apparut formant un obstacle infranchissable.

De hautes montagnes bordant l'horizon devenaient de plus en plus visibles à mesure que la distance diminuait : d'énormes glaciers, dont le pied baignait dans la mer, se terminaient par d'abruptes falaises. Ross donna à cette chaîne de montagnes le nom de Chaîne de l'Amirauté, et aux principaux sommets les noms des promoteurs de l'expédition et ceux des membres du Bureau de l'Amirauté. Depuis Bellinghausen, c'était la terre la plus australe qu'on eût découverte.

Les observations de l'aiguille aimantée montraient que le Pôle magnétique, but principal du voyage, se trouvait à environ 800 kilomètres vers le sud-ouest, sur le continent.

Ross continua sa route vers le sud, désireux de gagner des latitudes de plus en plus élevées. Durant la nuit, les deux navires arrivèrent en vue d'un groupe de petites îles près du rivage et, dans la matinée du 12 janvier 1841, Ross et Crozier laissant les navires sous les ordres des premiers lieutenants, montèrent en canot pour tenter une descente à terre. Le rivage du

continent même était inabordable à cause des glaces, mais ils purent accoster la plus grande des îles. Sur ces entrefaites, le temps était devenu de plus en plus mauvais, et Ross dut hâter la cérémonie de prise de possession de la contrée pour rejoindre au plus vite les deux navires. Le continent reçut le nom de Terre Victoria et l'île, celui d'Ile Possession : elle était peuplée d'un nombre incroyable de pingouins qui accueillirent les explorateurs par des cris assourdissants.

A peine de retour, une tempête effroyable de vent et de neige se déchaîna qui dura plus d'une journée. Le 14, cependant, le temps se remit au beau, et un grand nombre de baleines vinrent jouer autour des vaisseaux.

Sur la terre ferme, la chaîne de montagnes se poursuivait sans interruption avec des sommets de plus en plus élevés, pouvant atteindre 3000 à 3500 mètres d'altitude. Des sondages effectués à une distance du rivage variant de 3 à 6 kilomètres, relevaient le fond entre 110 et 160 mètres.

Le 17, on découvrait l'Ile Coulman, puis les deux navires s'éloignèrent vers le sud-sud-est, dans une mer absolument inexplorée et libre de glace. Le 20 juillet, on atteignait le 74e parallèle. Le 21, une montagne plus élevée que toutes les autres, reçut le nom de Mont Melbourne en l'honneur du premier Ministre ; mais un champ de glace, continu jusqu'au rivage, ne permit pas de tenter une descente à terre.

Dans la nuit du samedi 22 janvier 1841, on dépassa la plus haute latitude australe atteinte par Weddell. Le Pôle magnétique ne se trouvait plus qu'à 400 kilomètres.

Le 27 janvier, une nouvelle île fut découverte à laquelle Ross donna le nom de sir John Franklin. On put descendre à terre, mais au prix de quels dangers! Le docteur Hooker faillit même se noyer. Le lendemain, on arrivait en vue d'une nouvelle terre et à la grande

surprise de tous, une montagne aperçue se trouvait être un volcan en pleine activité : c'était l'Erebus, haut de plus de quatre mille mètres. Près de lui se dressait un autre sommet plus petit, qui reçut le nom de Mont Terror. Derrière cette terre, Ross crut apercevoir de hautes montagnes situées à l'horizon et auxquelles il donna le nom de Monts Parry. En réalité, il fut le jouet d'une illusion : les monts Parry n'existent pas.

La route étant fermée par les glaces du côté du sud et du côté de l'ouest, il ne restait plus aux hardis explorateurs qu'à suivre la barrière de glace vers l'est, dans l'espoir que, finalement, ils trouveraient un passage plus au sud.

Cette barrière de glace que les navires purent longer pendant plus de 400 kilomètres est l'un des phénomènes les plus extraordinaires de cette région. Sa hauteur atteint souvent plus de 100 mètres au-dessus de l'Océan, et comme elle flotte sur l'eau, son épaisseur totale n'est pas inférieure à trois cents ou quatre cents mètres. La partie qui borde la mer est exactement perpendiculaire, de sorte que les navires pouvaient s'en approcher très près. Mais du haut des mâts, il était impossible de voir à la surface.

Le 2 février, les navires atteignirent la plus haute latitude australe du voyage : 78°4′ S. Chaque jour, Ross avait soin de jeter à la mer une bouteille cachetée, espérant par ce moyen obtenir quelque renseignement sur les courants marins. Malheureusement, à cette époque les mers australes étaient très peu fréquentées et aucune de ces bouteilles n'a été recueillie.

Cependant le froid devenait de plus en plus intense, si bien que la jeune glace commençait à se former. Le 5 février, on atteignit le point oriental extrême : 164° O. et, le 14, l'expédition reprenait la route du Pôle magnétique afin de chercher un port propice à l'hivernage. Le lendemain, on était en vue de l'Ile Franklin ;

le 16, le Mont Erebus donnait le spectacle d'une violente éruption. Ross, sans s'arrêter plus longtemps, reprit la route du nord dans l'espoir de descendre à terre à la hauteur du Pôle magnétique ; mais le pack était si dense tout le long de la Terre Victoria qu'il fut impossible de s'approcher à moins de 24 ou 25 kilomètres, si bien qu'on résolut de gagner au plus tôt Hobart. Ross ne prit pas cette résolution sans regret ; il manquait le but de son voyage : atteindre le Pôle magnétique austral comme il l'avait fait pour le Pôle boréal ; cependant la moisson était suffisante pour qu'il pût se déclarer satisfait.

D'ailleurs la saison s'avançait, les navires devaient se frayer une route à travers la jeune glace, qui chaque jour devenait plus épaisse. Le 21 février, on était près du Cap Adar où il fut encore impossible non seulement de trouver un endroit propice à l'hivernage, mais même un lieu de débarquement. Le 2 mars, on arrivait en vue du groupe d'îles découvert par Balleny et, dans la soirée, l'expédition franchissait le cercle antarctique après être restée 63 jours constamment au sud de cette ligne : aucun explorateur n'avait encore accompli cet exploit.

A ce moment, Ross se trouvait passer sur l'emplacement exact des régions montagneuses indiquées sur la carte de Wilkes. Celui-ci eut beau, plus tard, affirmer que ces régions montagneuses n'indiquaient pas précisément ses découvertes personnelles, mais les îles vues par Balleny, Ross n'en persista pas moins à refuser de croire à la réalité de toutes les autres découvertes de l'explorateur américain.

Le 20 mars, les deux navires sortaient du pack qui ferme l'entrée de la mer libre visitée par Ross. Après avoir recherché la ligne de non-variation magnétique sur le 135e méridien E., Ross atteignit enfin le 6 avril

1841, la Terre Van Diémen, après une absence de 145 jours dans les régions antarctiques.

Il profita de la mauvaise saison pour faire aux navires les réparations nécessaires et préparer activement une deuxième croisière dans l'Antarctique.

Le 23 novembre 1841, l'*Erebus* et le *Terror* quittaient de nouveau la Baie des Iles. En chemin, Ross chercha à déterminer à quelle latitude la température de la mer est uniforme de la surface au fond ; au nord du parallèle qu'il venait de quitter, l'eau est plus chaude à la surface ; au sud, au contraire, l'eau superficielle est plus froide que les couches situées profondément.

Cependant, à mesure que les navires gagnaient vers le sud, le froid devenait de plus en plus intense. Le brouillard gênait beaucoup la navigation et il était impossible aux deux embarcations de se voir, alors que d'un navire on entendait très distinctement les ordres donnés sur l'autre. C'est ainsi qu'on arriva aux premiers icebergs à 58° de latitude S. et 146° de longitude O. Le 18 décembre, on atteignit le bord du pack où les deux vaisseaux pénétrèrent et voyagèrent assez facilement pendant une cinquantaine de kilomètres. Mais ensuite le pack devint plus dense et la navigation se fit plus pénible et plus dangereuse. On avançait d'ailleurs très lentement et comme le pack était animé d'un mouvement de dérive vers le nord, on perdait souvent ainsi ce que l'on gagnait en latitude au prix d'énormes fatigues.

Cependant, au commencement de janvier et le même jour que l'année précédente, mais 240 kilomètres plus à l'ouest, le cercle antarctique fut de nouveau franchi. Pour occuper ses loisirs, Ross fit une collection de toutes les espèces qu'il lui fut possible de prendre.

Mais la situation devenait de plus en plus critique. Il était impossible de sortir du pack et les fréquentes

tempêtes menaçaient à chaque instant de briser les navires contre les masses de glace flottante. Le 18 janvier, par un brouillard très épais, une tempête terrible se déchaîna : les gouvernails des deux navires furent brisés et pendant plusieurs jours l'*Erebus* et le *Terror* furent le jouet des vents et des vagues. Les réparations ne furent terminées que dans la soirée du 24, et l'on constata alors que le pack, entraînant les navires, dérivait vers le nord à la vitesse de près d'un kilomètre à l'heure. Ainsi, malgré les fatigues et les dangers éprouvés depuis trois semaines, les explorateurs n'avaient presque pas changé de position.

Le 26, une nouvelle tempête vint heureusement disloquer la masse de glace ; les icebergs se séparèrent et permirent aux navires de se lancer dans les canaux d'eau libre s'ouvrant devant eux. Le lendemain, l'*Erebus* et le *Terror* flottaient dans une mer tranquille et, le 28, ils atteignaient la latitude 67°39′ S. et la longitude 156° O., après avoir parcouru 1300 kilomètres dans les glaces. Ross longea ensuite le pack, ne perdant aucune occasion de s'élever en latitude vers le Pôle. Cependant, la glace, les brouillards, les vents opposés le poussèrent jusqu'au 180e méridien avant d'avoir pu atteindre le 75e parallèle. On était alors au milieu de février, et à ce moment même, l'année précédente, la jeune glace commençait à se former.

Le 19, un vent violent venant du nord permit aux navires de se diriger vers le sud. Le 23, tout faisait présager le voisinage de la terre : la profondeur de l'océan n'était que de 190 brasses et tous les grands icebergs visibles semblaient reposer directement sur le fond ; dans la nuit on atteignait la grande barrière de glace. Le lendemain, Ross prenait sa direction vers l'est, longeant à peu de distance la muraille glacée. Malheureusement les icebergs recouvrant la mer devinrent de plus en plus denses et, le 28, il fut impos-

sible d'aller plus avant. Ce fut le point extrême atteint par Ross et, pendant 60 ans, la plus haute latitude australe à laquelle soit parvenu un être humain. La latitude moyenne calculée d'après les observations des deux navires était de 78°9'30" S. et la longitude 161°27' O. La profondeur de la mer était de 370 mètres et comme les falaises de glace n'avaient que 36 mètres de hauteur au maximum, beaucoup moins en certains endroits, Ross en conclut que toute la masse flottait sur l'océan.

Bientôt il fallut reprendre la route du nord. Du haut des mâts on voyait parfois au-dessus de la muraille de glace à une assez grande distance ; Ross crut même distinguer une terre du côté de l'est, mais craignant de se laisser entraîner par de fausses apparences, il ne voulut pas l'indiquer sur sa carte : c'était cependant la Terre du Roi Édouard VII que Scott découvrait d'une façon certaine au début du XXe siècle.

Le 1er mars, les navires croisaient le 180e méridien vers le 70e parallèle et, six jours plus tard, ils franchissaient le cercle antarctique après être restés 64 jours plus au sud — un jour de plus que l'année précédente. Sauf l'apparence fugitive et problématique de la Terre du Roi Edouard VII, les explorateurs n'avaient même pas aperçu la trace d'une île pendant ces deux mois.

Le 9 mars, ils se trouvaient à la hauteur du 60e parallèle ; la mer était libre de glace et le voyage promettait de s'accomplir désormais sans incident sérieux, quand, le 12, les deux navires faillirent être écrasés entre deux énormes icebergs. Le matin. le vent était devenu très violent, plusieurs icebergs parurent à l'horizon : bientôt la route suivie par les navires se trouva interceptée par d'énormes montagnes de glace ne laissant entre elles qu'un étroit passage. S'ils ne voulaient pas se briser contre cette falaise, l'*Erebus*

et le *Terror* n'avaient pour toute chance de salut que cet étroit canal.

Au moment où l'*Erebus* allait s'engager dans le passage, le *Terror*, poussé par le vent, vint le frapper de son étrave. Les équipages projetés sur le pont crurent que les deux navires allaient sombrer. Il n'en fut rien heureusement ; le vent continuant à les pousser en avant, les vaisseaux passèrent providentiellement entre les murailles de glace et, quelques instants après, les deux icebergs, dont l'un avait 40 mètres de hauteur et l'autre plus de 60, se brisèrent l'un contre l'autre, inondant d'eau les ponts des navires.

Les avaries résultant de la collision purent être, heureusement, réparées tant bien que mal. Après avoir fait une série d'observations magnétiques, Ross aborda le 6 avril à Port-Louis dans l'Ile Falkland, 137 jours après avoir quitté la Baie des Iles.

Au point de vue des découvertes géographiques proprement dites, le second voyage du capitaine Ross avait été bien moins fructueux que le premier ; toutefois, il en avait rapporté une ample moisson d'observations magnétiques et des collections scientifiques qui devaient être d'une grande utilité. Il passa les mois de mai, juin et juillet à réparer ses deux navires et le reste de la mauvaise saison dans une courte croisière au voisinage immédiat du Cap Horn. Enfin, ayant reçu d'Angleterre la permission de faire un troisième voyage d'exploration dans l'Antarctique s'il le jugeait bon, Ross quittait Port-Louis le 17 décembre 1842 dans l'intention d'aller vers le sud en suivant le méridien de 55° O. Il espérait atteindre ainsi la terre Louis-Philippe et peut-être reprendre la route suivie par Weddell en 1823.

Le premier iceberg fut rencontré à la latitude de 61° S., la veille de Noël. Le 26, les navires pénétraient dans le pack et, le 28, ils étaient en vue de la Terre de

Joinville dont les montagnes abruptes furent examinées avec la plus grande attention. Les glaciers extrêmement nombreux formaient tous, en arrivant à la mer, des murailles perpendiculaires de 25 à 30 mètres de hauteur ; c'étaient des miniatures de la grande barrière australe.

Un groupe d'îlots et de rochers, presque cachés par les icebergs, força bientôt les navires à changer de direction et à prendre la route de l'est. Dans cette région, comme d'ailleurs tout autour de l'Antarctique, Ross fut frappé du nombre prodigieux de baleines peuplant ces mers ; il y avait là une source de richesses inconnue jusqu'alors.

La Terre de Joinville fut de nouveau aperçue le 30 décembre : dans le lointain les montagnes dressaient leurs masses couvertes de neige. Le 6 janvier 1843, les deux capitaines descendaient à terre pour prendre solennellement possession du pays. D'après les observations du Dr Hooker, les seules plantes croissant sur le sol volcanique de l'Ile Cockburn étaient des mousses, des algues et des lichens.

Les navires continuèrent leur route vers le sud dans un étroit chenal entre le rivage et une chaîne d'icebergs. C'était un choix malheureux, car, avant même d'avoir atteint le 65e parallèle, ils se heurtaient contre un pack infranchissable. Jusqu'au 17, Ross fit les plus grands efforts pour sortir de ce périlleux passage et il fut obligé de remonter vers le nord à une latitude encore moins élevée qu'au moment de son entrée dans le pack. Enfin, devant l'inutilité de ses efforts pour s'élever à une haute latitude dans ces parages, il tenta la seconde partie de son programme : renouveler la croisière de Weddell sur le 40e méridien.

Mais quand il arriva au point où, vingt ans auparavant, Weddell avait trouvé une mer libre de glace, il

rencontra un pack impénétrable et fut obligé de continuer sa route vers l'est.

Le 26 février, sur le 12e méridien, il put cependant remonter vers le sud et, le 1er mars suivant, croiser le cercle antarctique au milieu du brouillard et de la neige. Le lendemain, le Soleil se montra resplendissant pour la première fois depuis six semaines : les explorateurs se trouvaient alors à 80°14′ de latitude S. et 120°20′ de longitude O.

Le 3 mars, la mer étant très calme, Ross opéra plusieurs sondages et déroula en un point 7300 mètres de ligne sans trouver le fond. Ce sondage, le plus profond qui eût encore été fait, fut regardé longtemps comme la preuve d'une profondeur extraordinaire dans cette région de l'Antarctique ; mais tout récemment au même point Bruce trouvait seulement 4865 mètres.

Le lendemain, on franchissait le 70e parallèle à peu près à moitié chemin entre la route suivie par Weddell et celle de Bellinghausen. Le 5 mars, le pack était en vue et les navires purent le pénétrer sur un parcours de 43 kilomètres et atteindre la latitude de 71°30′ S. sur le méridien de 14°51′ O.

Après avoir subi une tempête qui causa pendant deux jours la plus grande anxiété, les deux navires reprenaient la route du nord ; le 11 mars 1843, le cercle antarctique était de nouveau franchi. Le 22, Ross passait près de l'Ile Bouvet sans la voir, la confondant probablement avec les nombreux icebergs qui couvraient à ce moment la surface de la mer dans cette région.

Enfin, le 4 avril 1843, les hardis explorateurs jetaient l'ancre dans la Baie de Simon, où ils restaient le temps strictement nécessaire pour réparer les navires. Ils prenaient ensuite la route de l'Angleterre où ils arrivaient le 23 septembre 1843, après une absence de plus de 4 ans et 5 mois.

Il est inutile d'ajouter que l'expédition fut reçue au milieu de la plus vive démonstration de joie. Ross fut créé chevalier et reçut les médailles d'or de plusieurs sociétés, particulièrement de la Société de Géographie de Paris ; mais la meilleure récompense à ses yeux fut la promesse qu'il commanderait l'expédition plus importante encore que l'Angleterre se proposait d'envoyer pour résoudre le plus ancien des problèmes arctiques, l'existence du passage du Nord-Ouest.

En fait, Ross ne reprit plus la mer après ce long voyage, sauf pour aller à la recherche de Franklin en 1848-49. Il se maria immédiatement après son retour, et se consacra à la littérature et à l'étude des collections d'invertébrés marins qu'il avait rapportées de sa croisière dans l'Antarctique. Il mourut le 3 avril 1862.

(A suivre.)

Abbé Th. Moreux,
Directeur de l'Observatoire de Bourges.

UN VITALISTE IDÉALISTE

HANS DRIESCH

Il y a quelques années, un article de M. le Chanoine Grégoire a fait connaître aux lecteurs de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES le vitalisme de Driesch, au moins dans ses grandes lignes (1).

Depuis lors, le professeur de Heidelberg a donné de son système une rédaction définitive — lui-même nous le déclare — en publiant sous le titre de : *The Science and Philosophy of the Organism*, les *Gifford Lectures*, professées en 1907 et 1908, à l'Université d'Aberdeen (2).

Dans son numéro de septembre 1909, la REVUE DE MÉTAPHYSIQUE ET DE MORALE concluait ainsi le compte rendu de cet important ouvrage : « Les indications précédentes suffisent à faire comprendre que les deux volumes de Driesch sont l'exposé le plus solide qui existe du vitalisme, et qu'aucune doctrine mécaniste de la vie ne pourra désormais se constituer sans nous signaler d'abord les points faibles de cette argumentation serrée. » Cette argumentation serrée, les pages

(1) Chan. V. Grégoire, *Le Mouvement antimécaniciste en Biologie*. REVUE DES QUEST. SCIENT., octobre 1905.

(2) *The Science and Philosophy of the Organism*. Vol. I, 1908 ; II, 1909. London. Black : « ...it is, in its way, a definitive statement of all that I have to say about the Organic » (*Op. cit.*, t. I, Préface, p. I).

qui suivent ont pour but de la résumer ; elles se proposent aussi d'en signaler quelques points faibles.

Driesch est un converti du mécanicisme ; sa conversion, dont il rappelle lui-même les étapes dans *Der Vitalismus* (1), fut lente et progressive, ce qui renforce la valeur de ses convictions actuelles.

Élève de Wilhelm Roux, il commença par « jurare in verba magistri » ; mais bientôt il tire des expériences de son maître les conséquences que celui-ci ne voulait pas voir et, depuis, chacun de ses livres accuse plus nettement sa conception vitaliste (2).

Driesch n'est pas seulement un biologiste, c'est aussi, c'est surtout un philosophe. Son système qu'il nomme « Idéalisme critique » ou « Solipsisme » est fortement apparenté, nous le verrons plus loin, au Kantisme.

« L'univers, et tout ce qu'il renferme, est *mon phénomène*, je ne sais rien de plus, ni positivement ni négativement ; je ne sais pas si l'univers est seulement mon phénomène, mais je ne sais rien non plus sur son absolue réalité (3). »

La même idée se retrouve dans cette définition, plutôt inattendue, de la Métaphysique :

« La Métaphysique c'est toute affirmation sur une existence absolue, c'est-à-dire sur une existence à qui l'on voudrait donner un autre sens qu'*être dans ma conscience* (4). »

Philosophe, Driesch ne se contente pas de prouver le vitalisme par des arguments basés sur les faits bio-

(1) *Der Vitalismus als Geschichte und als Lehre*. Leipzig, Barth, 1905.

(2) Rappelons les principaux de ces ouvrages : *Die Lokalisation morphogenetischer Vorgänge; Ein Beweis vitalistischen geschehens*. 1899 ; *Die Organischen Regulationen. Vorbereitungen zu einer Theorie des Lebens*, 1901 ; *Die Seele als elementarer Naturfaktor*, 1903 ; *Naturbegriffe und Natururteile*, 1904 ; *Der Vitalismus als Geschichte und als Lehre*. 1905 ; *The Science and Philosophy of the Organism*, 1908-1909.

(3) *The Science...*, t. I, p. 5.

(4) *Die Organischen Regulationen*. p. 167.

logiques ; il veut encore en démontrer la nécessité au point de vue de la philosophie pure, plus particulièrement au point de vue épistémologique. En cela surtout consiste la nouveauté de son dernier ouvrage, divisé d'après ces deux séries de preuves en *Science* et *Philosophie* de l'organisme.

Nous en étudierons successivement les deux parties, scientifique et philosophique, faisant suivre l'exposé de chacune d'une appréciation de sa valeur probante.

Au reste, même sur le terrain de la pure biologie, Driesch n'abdique pas sa qualité de philosophe idéaliste. Il prodigue à ses lecteurs des avertissements de ce genre : « N'oublions pas que nous traitons avec des *phénomènes*, que nous devons nous garder de tout *préjugé métaphysique*, que ces faits de régénération, par exemple, que nous étudions sont des phénomènes présentés à notre conscience et rien de plus. »

Les biologistes qui lisent notre auteur ou en rendent compte ne voient dans ces formules qu'une manière de parler, qu'un sacrifice de complaisance à la mode philosophique, et ils passent. Mais faire abstraction d'un idéalisme qui lui tient tant à cœur, n'est-ce pas dénaturer la pensée de Driesch ?

I. Science de l'organisme

L'autonomie des processus vitaux, leur irréductibilité aux seules forces physico-chimiques est appuyée de trois preuves biologiques. Nous nous attarderons davantage — comme l'auteur, du reste — aux deux premières qui, seules, s'appliquent à l'ensemble des vivants.

A. 1ère et 2ème Preuve. — Les systèmes équipotentiels L'entéléchie morphogénétique

Dans *The Science and Philosophy of the Organism*, ces preuves sont intitulées : le problème de la localisation morphogénétique, première preuve de l'autonomie des processus vitaux ; l'hérédité, seconde preuve. Mais, sous ces formes plus générales, rien d'essentiel n'est ajouté aux deux preuves correspondantes contenues dans *Der Vitalismus*, preuves basées sur certains faits de restitution. L'une est fondée sur le développement des *systèmes harmoniques équipotentiels*, l'autre sur le développement des *systèmes complexes équipotentiels*. En d'autres termes, c'est dans les faits de restitution que Driesch a d'abord trouvé ce qu'il appelle des systèmes équipotentiels, harmoniques et complexes; il a reconnu ensuite que les premiers présidaient à la morphogénèse, que les seconds intervenaient dans l'hérédité. Pour plus de clarté, nous examinerons seulement ces preuves sous leur forme primitive et non généralisée ; dans les faits de restitution.

Laissons-les exposer par leur auteur lui-même, dont nous tâcherons de résumer fidèlement la pensée.

J'appelle *puissance prospective* d'un élément organique, la faculté qu'il a de donner dans la suite du développement morphogénétique telle ou telle partie de l'individu. Cette puissance, restreinte dans les conditions normales à une partie d'organe déterminée, peut varier dans certaines circonstances. Si, d'un embryon d'oursin au stade blastula on détruit 7 cellules sur 8, 15 sur 16, ou même 31 sur 32, la cellule respectée s'arrangera pour donner un oursin complet, mais plus petit que le type normal.

La « Mosaikarbeit » dont parle Wilhelm Roux, n'est

donc pas la règle absolue ; la *puissance prospective* de chaque élément organique est variable dans des limites assez étendues, et, toujours dans certaines limites, chaque élément a la virtualité de 2, 3 ... *n* éléments, et du tout lui-même.

De l'exemple amené pour définir la *puissance prospective* on pourrait déjà tirer une preuve. Mais remarquons que si, dans le cas cité, un embryon mutilé a pu donner tout de même l'individu normal, il ne l'a pas *reproduit*, restitué au sens strict du mot : on ne reproduit qu'une chose précédemment existante ; c'est ce qui n'a pas eu lieu ici, nous n'avons eu qu'une *régulation primaire*. Si nous pouvions voir un individu adulte restituer un organe définitif précédemment détruit, le fait serait bien plus probant. Des faits de ce genre existent, nous les appellerons *régulations secondaires* ou proprement dites « echte Regulationen ». Ces régulations secondaires sont de deux sortes, dont chacune sera le point d'appui d'une de nos preuves :

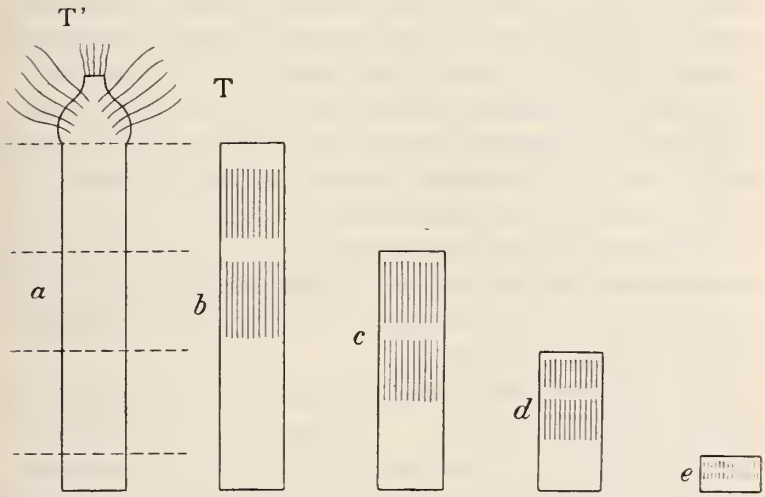
1° *Restitutions régénératives*. Si l'on coupe en deux un vulgaire Lombric, ou mieux encore certains vers aquatiques comme le Naïs, à quelque endroit que l'on fasse passer la section — pas trop près cependant des extrémités — chacune des parties se reforme en un individu complet. On peut donc dire que tous les éléments situés autour de chacune des sections possibles ont même *puissance* prospective.

2° *Restitutions non régénératives*. Ici, ce n'est plus par bourgeonnement de la partie lésée que l'organisme restituera son état normal ; au lieu de faire du nouveau, il visera à l'économie et modifiera une partie de lui-même déjà existante.

Prenons pour exemple un polype aquatique : la *Tubularia*. Il se compose d'une tige de 3 à 5 cm. et d'une tête. La tige est contenue dans une sorte de

tube corné : le périsarque ; la tête, qui sort de ce périsarque, porte deux couronnes de tentacules, les uns plus courts, les autres plus longs et plus nombreux.

La Tubularia et sa restitution



a schéma de l'animal
T petites tentacules
T' grandes tentacules
les traits discontinus indiquent quatre des innombrables sections possibles.

b, *c*, *d*, *e* montrent le commencement de la restitution. On voit comment l'anneau de restitution diminue proportionnellement à la longueur de la tige laissée.

Amputée de sa tête, la *Tubularia* la reforme très vite : en dix-huit heures parfois. Voici de quelle manière : bientôt après l'opération, on voit apparaître sur la tige deux anneaux formés chacun d'un certain nombre de traits rougeâtres ; ces traits s'accusent davantage et deviennent des bourrelets. Puis ces bourrelets se détachent peu à peu de la tige, à partir du haut, de manière à n'y plus adhérer qu'à la partie

inférieure, et voilà reconstituées les deux couronnes de tentacules. La tige grandit alors, et la nouvelle tête, sortant du périsarque, prend la place de l'ancienne. Où que l'on fasse la section, on obtiendra le même résultat : on verra toujours apparaître vers l'extrémité supérieure de la tige la double couronne de bourrelets, mais de taille variable suivant la grandeur de la partie restante. Ici donc, chaque partie de la tête provient d'une partie déterminée de la tige. Mais la *puissance prospective* de chaque partie de la tige est-elle pour cela invariablement déterminée ? Non, puisqu'en faisant la section à un autre endroit, chaque élément de la tige aurait donné autre chose.

Ici encore on peut dire que la *puissance prospective* des éléments correspondant à chaque section est la même, puisque chaque partie de la tige peut donner chaque partie de la tête.

Nous sommes maintenant en mesure de définir les systèmes équipotentiels.

Nous appellerons *système équipotentiel* un ensemble d'organes élémentaires ou d'éléments organiques, qui ont même *puissance prospective*.

Ces systèmes équipotentiels sont de deux sortes, correspondant respectivement aux restitutions régénératives et non régénératives.

Dans les restitutions non régénératives (*Tubularia*) chaque partie du *restituant* est en puissance indéterminée de donner telle ou telle partie du *restitué*. On peut donc appeler le *restituant* (la tige de la *Tubularia* privée de sa tête) : un *système indéterminé — singulier — équipotentiel ;* indéterminé, parce que chacune de ses parties peut donner une partie quelconque du *restitué ;* singulier, parce que, en fait, chaque partie du *restituant* ne donne qu'une partie du *restitué*. Mais comme, d'autre part, chacun des éléments du *restituant* agira de concert avec les autres de manière à donner un *restitué*

du type normal, nous appellerons le système d'un nom plus bref : *harmonique équipotentiel.*

Si la restitution est régénérative *(Lombric)* il y a également système équipotentiel, mais ici l'équipotentialité est complexe : chaque élément de la section ne donnera pas une partie déterminée, mais plusieurs ; le système étant formé d'éléments de puissance complexe, nous l'appellerons *complexe équipotentiel.*

Ce n'est pas seulement dans les cas de régénération que se révèlent les systèmes équipotentiels, ni chez les animaux seuls : chaque cellule de l'épiderme des feuilles du *Bégonia* peut donner la plante entière ; chez la plupart des végétaux supérieurs une partie du cambium peut donner aussi l'individu entier. Ce sont là des systèmes complexes équipotentiels, et chaque œuf est encore un système du même genre.

Il faut noter aussi qu'un même individu peut être à la fois porteur de systèmes harmoniques équipotentiels et complexes équipotentiels.

Munis de ces notions préliminaires, nous pouvons maintenant aborder les preuves proprement dites. Demandons-nous d'abord de quels facteurs dépend la restitution dans le cas de systèmes harmoniques équipotentiels.

L'avenir de chaque élément dépend d'abord de sa situation dans le tout. C'est évident, étant donné qu'on peut faire passer la section n'importe où, et que le sort futur de chaque élément est déterminé par la position de la section.

Il dépend encore de la grandeur absolue du système dont l'élément considéré fait partie. Quand ce système est de dimensions assez considérables, sa taille influe peu ; mais si chez la *Tubularia* par exemple, on ne laisse à la tige qu'une longueur inférieure à 8 mm., la longueur de l'anneau de restitution diminue proportionnellement à la longueur totale, et cet anneau qui

sur des tiges un peu longues, mesure 2 ou 3 mm. se produit encore, bien qu'à peine perceptible, sur des tiges de 2 mm.

Ces deux premiers facteurs : position de l'élément, grandeur absolue du système dont il fait partie, dépendent uniquement de l'opération qui provoque la restitution. Ils sont donc variables. Mais il en est d'autres constants.

Et d'abord : la spécificité du sujet : les éléments organiques en effet ne donneront qu'un organe conforme au type de l'espèce du sujet.

Le sort futur des différents éléments dépend encore de leur *puissance prospective*, c'est de toute évidence, et aussi des puissances de tous les éléments voisins car tous agissent de concert, harmoniquement pour arriver au résultat commun.

Ces trois derniers facteurs : spécificité du sujet, puissance de l'élément considéré, puissance des éléments voisins, constituent une constante, que nous désignerons par la lettre E ; et si nous représentons par S le sort futur d'un élément, par a et b les deux facteurs variables dont il est fonction, nous pourrons écrire $S = f(a, b, E)$.

Mais de quelle nature est la constante E ? Et d'abord, les effets qu'elle semble produire peuvent-ils provenir du milieu ambiant ? Non, car la plupart des constituants de ce milieu : chaleur, oxygène, degré de salinité de l'eau, sont, en général, distribués uniformément autour du système, ils ne peuvent donc expliquer son développement en un point. Quant aux facteurs qui agissent suivant une direction déterminée : lumière, pesanteur, on sait qu'ils n'ont aucune influence sur la différenciation, et qu'ils peuvent bien moins encore la provoquer en un point déterminé.

Nous avions donc raison de considérer la constante E comme quelque chose d'intérieur au système. Mais

ne serait-elle pas une machine, en prenant ce mot dans son sens le plus large, c'est-à-dire un complexe de substances et de forces physiques et chimiques pouvant produire des effets déterminés, donc une complexité extensive ou quantitative ? On pourrait le dire si le système et chacun de ses éléments avait une *puissance prospective* fixe et invariable. Mais les faits, plus haut rapportés, nous montrent qu'il n'en va pas ainsi : chaque partie du système fonctionne comme le tout et donne un tout.

Si donc nous avions une machine, il faudrait que cette machine ou ce complexus de forces se retrouvât sinon identique, du moins semblable et différant seulement par les dimensions, dans le système entier et dans chacune des parties grandes ou petites qu'on peut y assigner. Il devrait donc y avoir un nombre infini de ces machines, enchevêtrées les unes dans les autres et cependant prêtes à fonctionner ; ce qui est évidemment impossible et même absurde. Donc la constante E ne peut pas représenter un ensemble de forces physico-chimiques, une complexité extensive. Ce ne peut être qu'un agent naturel « sui generis ».

Nous l'appellerons *entéléchie* pour rendre hommage au grand génie d'Aristote ; nous ne lui empruntons du reste que le mot qui revêtira chez nous une pensée nouvelle (1).

Du moins l'étymologie de ce mot (ἐν τέλος) indique bien ce que toute notre argumentation tendait à montrer : qu'il y a en jeu dans les phénomènes vitaux un agent qui porte en lui-même sa fin. Qu'est au juste cette *entéléchie ?* Nous tâcherons de l'indiquer plus tard. Qu'il nous suffise pour le moment de savoir qu'elle n'est pas une complexité extensive mais intensive.

(1) We shall use this word only as a sign of our admiration for his great genius ; his word is to be a mould which we have filled and shall fill with new contents (*The Science...*, t. I, p. 144).

La différenciation des systèmes complexes équipotentiels va nous fournir une preuve analogue. On peut admettre que tous les systèmes complexes équipotentiels en jeu, soit dans les régénérations animales, soit dans le cambium des végétaux supérieurs proviennent d'une seule cellule qui s'est segmentée. En tout cas, le fait est incontestable pour les œufs, végétaux ou animaux, qui constituent eux aussi, comme nous l'avons dit, des systèmes complexes équipotentiels. Ceci posé, peut-on admettre dans ces systèmes une *machinerie* quelconque ? La machine, si elle existait, devrait se trouver dans chaque élément du système et, comme celui-ci provient par segmentation d'une seule cellule, il faudrait admettre cette absurdité : une machine extrêmement compliquée qui, se divisant sans cesse par la segmentation des cellules, reste cependant toujours entière. Ici encore s'impose la nécessité d'une *entéléchie*.

B. 3ème Preuve. — L'entéléchie psychoïde

Nous ne ferons qu'indiquer d'un mot cette troisième preuve, moins générale et, partant, moins importante que les deux autres, car elle ne s'applique qu'aux animaux supérieurs ou à l'homme.

Chacune de nos actions est en partie, mais en partie seulement, le résultat de notre histoire antérieure, des excitations précédemment reçues ; de plus, l'action n'est pas toujours proportionnelle à l'excitation qui la provoque. L'activité d'une machine, au contraire, est rigoureusement déterminée par son histoire antérieure, rigoureusement proportionnelle à l'excitation qui la met en branle (1).

(1) Driesch signale la même preuve, sous une forme un peu différente, dans *Matière et Mémoire*, de M. Bergson. Il tient en haute estime l'auteur et le

Autre argument : on sait que des lésions en certains points de l'écorce cérébrale amènent dans les organes sensoriels ou moteurs des troubles correspondants. Or, un certain nombre de mammifères ont un pouvoir de restitution fonctionnelle, qu'on retrouve aussi, quoiqu'à un moindre degré, chez l'homme : d'autres voies nerveuses, d'autres régions cérébrales entrent en jeu pour remplacer celles qui ont été enlevées ou endommagées. L'écorce cérébrale peut donc être assimilée à un *système harmonique équipotentiel fonctionnel*, et l'ensemble du système nerveux paraît bien être l'instrument de l'action organique, mais non sa cause dernière.

L'activité organique se montre donc irréductible à celle d'une machine ; il faut recourir encore pour l'expliquer à une entéléchie.

Ce sera l'*entéléchie psychoïde*, qu'il n'y a pas de raison d'identifier avec l'*entéléchie morphogénétique* dont nous avons parlé plus haut ; car pourquoi le même principe dirigerait-il l'évolution morphogénétique et l'action de l'organisme constitué ?

Cette distinction du reste est bien conforme à la pensée aristotélicienne : l'entéléchie morphogénétique correspond à la ψυχὴ γενητική, l'entéléchie psychoïde au νοῦς, mais à un νοῦς qui n'est pas exclusivement réservé à l'homme.

Le vivant n'est donc pas une machine, les opérations vitales sont autonomes, irréductibles aux activités physico-chimiques ; c'est là, mais sans quitter le point de vue idéaliste, la conclusion de Driesch.

Toute machine est téléologiquement ordonnée à produire certains effets, mais sa finalité est la simple résultante de ses éléments combinés, elle n'a qu'une *finalité statique*.

livre « qui contient peut-être ce qui a été dit de plus profond sur l'âme et le corps dans les temps modernes ». Cf. ZEITSCHRIFT FÜR DEN AUSBAU DER ENTWICKLUNGSLEHRE, 1908, Heft 1, 2 : *Henri Bergson, Der biologische Philosoph.*

Par contre, il y a — les arguments précédents l'ont montré — d'autres complexus de forces physico-chimiques, ordonnés eux aussi à produire certains effets. mais dont la finalité n'a pas sa raison d'être dans leurs éléments même combinés entre eux, ils possèdent une *finalité dynamique*.

Dire que les vivants ne sont pas des machines revient donc à dire que leur finalité propre n'est pas la *finalité statique*, mais la *finalité dynamique*.

Nous avons maintenant un exposé, simplifié autant que possible, des preuves biologiques du vitalisme posées par Driesch. Leur auteur, tout en les appelant « preuves indirectes », tout en ne dissimulant pas ses préférences pour la « preuve directe » ou épistémologique, que nous examinerons plus loin, ne laisse pas d'en être assez content. A propos de son ouvrage *Die Lokalisation morphogenetischer Vorgänge* (1899), il écrit : « A mon avis, cet ouvrage est le premier qui démontre d'une manière vraiment stricte l'autonomie au moins de certains des processus vitaux (1). »

Permettons-nous cependant d'examiner ce que cette démonstration apporte de nouveau au triple point de vue des faits qui la basent, de la manière de les présenter, des conclusions qui en sont tirées.

Driesch se borne presque exclusivement, nous l'avons vu, aux faits de restitution ; encore ne les accepte-t-il pas indistinctement. Outre ceux qu'il rejette, il en mentionne dans *Der Vitalismus*, toute une série que d'autres estiment très significatifs en leur concédant tout au plus une valeur persuasive et non point apodictique, une valeur purement indicative et préparatoire à des preuves futures.

(1) *Der Vitalismus*, p. 162.

Mais alors, pensera-t-on, les faits qui ont résisté à pareil contrôle doivent être absolument caractéristiques. Il faut avouer que non. Ces faits, nous les avons pour la plupart déjà mentionnés : restitution de l'embryon d'*Oursin*, de l'*Asterias glacialis*, du *Lombric*, de la *Tubularia*. Les mêmes faits, ou des faits analogues, ont été déjà exploités par bien des théoriciens du vitalisme.

Driesch lui-même nous dit qu'il faut chercher ailleurs sa marque personnelle. « Pour me distinguer de mes devanciers, depuis Blumenbach et J. Müller... jusqu'à Bunge et à Wolff, il suffit de remarquer que ceux-ci connaissaient et affirmaient la vraie doctrine (le Vitalisme), mais qu'ils ne pouvaient le démontrer de manière péremptoire parce que leurs démonstrations *n'avaient pas la forme analytique* (1). »

Nous y voilà ! Driesch attache moins de prix aux faits eux-mêmes qu'à leur mise en formules qui fait de son Vitalisme un *Vitalisme analytique :* l'expression est de lui et mérite d'être remarquée.

Un fait cité par Wolff montrera mieux encore l'importance donnée par notre auteur à ses formules. « J'avais, dit Wolff, donné comme preuve du vitalisme la régénération par l'iris d'un cristallin de *Triton*. Toute la circonférence de l'iris se composant d'éléments identiques, nous avions bien affaire à un système équipotentiel. Mais je ne m'étais pas servi des expressions employées plus tard par Driesch, je n'avais pas construit de formule mathématique, pour la simple raison qu'il n'y a pas là, à mon avis, de preuve mathématique [du Vitalisme] (2). »

La preuve était donc identique à celles du professeur de Heidelberg, à la terminologie et à la formule près.

(1) *Die Organischen Regulationen*, p. 219.
(2) G. Wolff, *Mechanismus und Vitalismus*, p. 45. Leipzig, Thieme, 1905.

Voici maintenant sur elle la pensée de Driesch : « Ce fait rend la thèse vitaliste vraisemblable, très vraisemblable, mais il ne constitue pas une preuve (1). »

Cette fin de non recevoir dénote un état d'esprit : Driesch croit pouvoir employer en biologie une méthode de démonstration rigoureusement mathématique. Cette tendance se manifeste encore par d'autres symptômes : un des premiers ouvrages de Driesch, paru à Iéna en 1891, porte ce titre : *Die mathematisch mechanische Betrachtung morphologischer Probleme der Biologie ;* la question y est traitée d'une réduction de la biologie aux mathématiques (2).

Autre symptôme : il envisage la possibilité de déduire quelque jour des propriétés de l'entéléchie toutes les formes possibles de vivants, comme le géomètre établit les cinq formes possibles de solides réguliers (3).

Personne, évidemment, ne contestera à un savant, justement épris de rigueur et de précision, le droit d'*illustrer* une démonstration biologique par l'emploi d'expressions ou de formules mathématiques. Mais ces formules s'appliquent-elles exactement aux faits concrets ? Et n'exigent-elles pas pour s'ajuster aux faits qu'on appauvrisse ceux-ci d'une bonne partie de leur réalité, qu'on les idéalise tellement qu'ils cessent d'être des faits ?

Aussi Wolff a-t-il parfaitement raison de dire : « Il n'y a pas plus de systèmes équipotentiels au sens de Driesch qu'il n'y a dans la nature réelle de cercle qui réponde vraiment à notre concept mathématique de cercle. Et, de même qu'il n'y a pas sur un même arbre deux feuilles parfaitement identiques, de même

(1) *Die Lokalisation morphogenetischer Vorgänge* (ARCHIV FÜR ENTWICKLUNGSMECHANIK, Bd. VIII, p. 108).

(2) Cf. Rádl, *Geschichte der Biologischen Theorien*. II. Teil : *Geschichte der Entwicklungstheorien in der Biologie des XIX. Jahrhunderts*, p. 532,

(3) *The Science...*, t. II, p. 327.

il n'y a pas de système dont les éléments ne présentent entre eux aucune différence (1) ».

En d'autres termes, les systèmes équipotentiels sont le fruit d'une idéalisation semblable à celle qui fournit au géomètre les notions de droite et de cercle.

Pour ces systèmes idéalisés, mais pour eux seuls, les preuves exposées plus haut sont absolument rigoureuses ; appliquées aux systèmes équipotentiels concrets, tels qu'ils sont réalisés dans un *Lombric* ou dans un embryon d'*Oursin*, elles ne gardent en dépit de leur apparente rigueur qu'une valeur très approchée et l'on pourrait, semble-t-il, les alléger de toute formule et de toute terminologie spéciale sans rien leur enlever de leur force réelle.

Mais alors, sont-ce bien encore les preuves de Driesch ? et ne retombent-elles pas dans le domaine commun à tous les néovitalistes ?

En somme, il y a dans la démonstration de Driesch une erreur de méthode : les indices et les probabilités accumulés en faveur d'une proposition finissent par exclure la vérité de la contradictoire ; point n'est besoin d'être grand clerc pour s'en être aperçu. Et c'est ainsi précisément que se prouve la thèse vitaliste : par une accumulation de menus faits dont chacun est insuffisant, mais dont l'ensemble emporte la conviction. Négliger cet amas de faits pour en choisir un seul — ou une seule série — parce qu'il se prête à une mise en formules, n'est-ce pas lâcher la proie pour l'ombre, n'est-ce pas renoncer à la méthode inductive qui caractérise les sciences de la nature ?

Hâtons-nous d'arriver sur un terrain où nous constaterons chez notre auteur une originalité de meilleur aloi : l'interprétation des preuves.

(1) *Op. cit.*, p. 42.

La plupart de ceux qui s'intitulent — ou qu'on intitule — néovitalistes, après avoir apporté des preuves analogues à celles de Driesch, en tirent cette seule conclusion : il y a de la finalité dans le vivant; ce qui suffit tout juste à les rendre organicistes. Car, dans une machine il y a aussi de la finalité, et de fait beaucoup des soi-disant néovitalistes assimilent très nettement le vivant à une machine. Écoutons J. Reinke, l'un des plus connus. « A la question fondamentale : est-ce que l'organisme élémentaire est une *chemose* ou une machine, ou ni l'un ni l'autre, je réponds : c'est une *chemose* avec une structure de machine (1). » Il nous dira, il est vrai, que les forces physico-chimiques n'expliquent pas seules la vie, qu'il faut admettre des *dominantes*, mais ces *dominantes*, semblables dans les vivants et les machines, sont le résultat de la combinaison des éléments physico-chimiques. « A mon avis, c'est l'organisation qui produit les *dominantes*, c'est-à-dire les forces qui régissent la vie (2). »

Or, le premier parmi les néovitalistes, Driesch, nous l'avons vu plus haut, a distingué deux sortes de finalités, l'une qu'il appelle *statique*, simple résultat de la structure et de la combinaison d'éléments matériels, l'autre qui ne trouve pas dans ces éléments ou leur structure sa suffisante raison d'être : c'est la *finalité dynamique* propre aux vivants.

Que Driesch soit le premier des néovitalistes non scolastiques à avoir fait cette distinction, personne ne le lui conteste. Et Wolff lui-même avoue qu'il y a quelques années à peine, avant les ouvrages de Driesch, on employait les mots « finaliste » et « vitaliste » comme des synonymes (3).

Cette finalité dynamique, propre au vivant, semble

(1) *Einleitung in die theoretische Biologie*, p. 624. Berlin, Paetel, 1901.
(2) *Loc. cit.*, même page.
(3) *Op. cit.*, p. 39.

bien correspondre à la finalité immanente des scolastiques, que ceux-ci, au moins les anciens, n'ont pas toujours assez distinguée de la finalité de la nature inorganique.

Pour être immanente cette finalité doit avoir son principe dans l'individu même au bien duquel elle tend ; être à la fois « ab intrinseco » et « ad intrinsecum » ; ce qui ne force pas du reste à admettre avec l'école des psychobiologistes un principe interne nécessairement connaissant.

Driesch a surtout insisté sur le premier de ces deux points de vue ; c'est en ce sens, nous l'avons dit plus haut, qu'il dirige ses preuves, en montrant que la finalité du vivant ne vient pas de sa constitution physico-chimique ; mais il a laissé dans l'ombre le second, le plus important, sur lequel s'était portée surtout l'attention des scolastiques. Je dis, le plus important : car il est essentiel à des considérations de finalité de considérer le but, la fin : les mots eux-mêmes y invitent. Driesch trouve même que le fait pour un vivant de préserver son organisme, de le perfectionner, n'implique pas à proprement parler de la finalité, celle-ci se manifesterait surtout dans la conservation et l'évolution de l'espèce (1).

Concluons cette première partie : si nous faisons abstraction de l'idéalisme de Driesch, ses preuves ont une réelle valeur. Cette valeur ne vient pas des faits qui les basent, ni, malgré qu'en ait l'auteur, de la forme mathématique et de la terminologie dont il les revêt. Elle vient tout entière de ce que Driesch sait tirer de ses preuves tout ce qu'elles renferment, de ce qu'il ne s'arrête pas à la finalité statique mais sait reconnaître

(1) Cf. *The Science...*, t. II, p. 132. Driesch admet comme très probable, que l'entéléchie est le principe directeur du transformisme. — Cf. H. Driesch, *Biologie scientifique et transformisme*, dans REVUE DE PHILOSOPHIE, novembre 1909, pp. 499-500.

dans le vivant une finalité dynamique — les scolastiques diraient immanente — qui le distingue essentiellement du non vivant.

II. Philosophie de l'organisme

Après avoir démontré l'irréductibilité des phénomènes vitaux aux seules forces physico-chimiques, le philosophe vitaliste croit d'ordinaire sa tâche achevée. Driesch estime que c'est laisser de côté le plus important.

Nous avons dit au début son horreur de la métaphysique — entendez le réalisme vulgaire — aussi ne conclura-t-il pas, comme les vitalistes conséquents, à l'existence d'un principe vital substantiel, essentiellement différent de la matière, mais à la nécessité d'un facteur d'explication spécial, l'*entéléchie*.

A cette entéléchie il faut assigner une place dans notre système de connaissances, un casier dans le tableau des catégories ; bien plus, montrer que l'entéléchie s'impose si nous voulons avoir une philosophie de la nature pleinement cohérente, pleinement capable de nous faire *comprendre le donné*. Et ce sera là une preuve directe, la seule preuve directe que nous puissions donner du Vitalisme.

A cette tâche est consacrée la deuxième partie de *The Science and Philosophy of the Organism*.

Nous venons de parler de catégories, c'est que Driesch est un disciple de Kant, « un continuateur de Kant » (1), on pourrait dire un ultra-Kantiste. Soucieux d'éviter tout réalisme, il ne laisse rien échapper à l'emprise des catégories. Il se réclame de Mach, d'Avenarius, des plus déterminés exorcistes du noûmène. « Malgré de nombreux points de contact, il [mon

(1) Rádl, *op. cit.*, pp. 532-533.

système] se sépare de Kant par un idéalisme absolument strict (1). »

Avant d'aborder la preuve directe du Vitalisme, si importante aux yeux de notre auteur, voyons en deux mots ce qu'il entend par cette *Philosophie de la Nature* dans laquelle nous devons intégrer l'entéléchie.

La Nature, c'est « ce qui nous est donné dans le temps et dans l'espace ». Ce « donné » nous le travaillons à l'aide des catégories, de manière à le transformer en « donné élargi » en « nature idéale ». Et si nous parvenons à l'organiser complètement de manière « raisonnable », si nous sommes parvenus à démontrer « le schème général de la nature basé sur le caractère ou l'essence de la raison » (2), nous aurons constitué la Philosophie de la Nature. Mais n'attendons pas de cette Philosophie de la Nature, comme au reste d'aucune science, une explication, au sens vulgaire du mot, une explication causale. Expliquer n'a pas d'autre sens légitime que celui-ci : subsumer des phénomènes sous un concept général, ramener un cas particulier à une loi basée sur un principe catégorique. Nous ne pouvons demander à la philosophie des explications ontologiques, mais seulement des explications logiques qui nous permettent de « comprendre catégoriquement le donné ».

Partant de ce point de vue tout kantien, Driesch va justifier son entéléchie. Négativement d'abord, en montrant qu'elle peut cadrer avec les concepts scientifiques, ou plutôt avec les concepts d'ontologie générale qui jouent un rôle dans la science de la nature inorganique : les concepts d'univocale détermination (ce qu'on appelle d'ordinaire causalité), de causalité (il s'agit ici des principes de l'énergétique) et de substance. Cette justification nous montrera qu'on peut

(1) *Der Vitalismus*, p. 242, note 1.
(2) *The Science...*, t. II, p. 128.

introduire l'entéléchie dans la Philosophie de la Nature, sans devoir pour autant renoncer aux catégories et aux principes qui basent la Philosophie de la Nature inorganique.

Viendra ensuite la justification positive, où nous verrons qu'on ne peut sans l'entéléchie construire une Philosophie complète et cohérente de la Nature organique.

A. *Justification négative*

De cette justification négative nous ne ferons qu'indiquer les conclusions. Driesch, tout en lui consacrant 113 pages de son dernier ouvrage, la tient pour beaucoup moins importante que la justification positive :

1° L'entéléchie s'accorde avec les principes de l'énergétique, quoiqu'elle ne soit pas elle-même une énergie (1). Son activité consiste à suspendre parfois, et à régler les activités physico-chimiques. Cependant Driesch n'est pas bien sûr que l'entéléchie ne crée pas parfois de l'énergie (2).

2° En ce qui regarde les rapports de l'entéléchie avec la substance : d'abord l'entéléchie n'est pas la propriété caractéristique d'une substance chimiquement définie, qui serait « la substance vivante ».

Elle n'est pas davantage une substance immatérielle, non spatiale, localisée dans une substance spatiale, parce qu'un agent de nature non spatiale ne peut être localisé ; or l'entéléchie, tout en agissant sur des corps qui sont dans l'espace, n'est pas elle-même dans l'espace. Retenons cette double propriété de l'entéléchie, nous y aurons recours tout à l'heure.

(1) I decline, even more decidely than in my former publications, any kind of energetical vitalism whatever (*The Science...*, t. II, p. 170).

(2) Perhaps it will really become necessary some day to admit, that entelechy not only suspends potentials, but that it creates potentials... and thereby creates energy (*The Science...*, t. II, p. 236).

B. Preuve directe du Vitalisme
La catégorie d'Individualité

L'entéléchie ne contredit donc pas les principes des sciences physiques, il faut maintenant prouver qu'elle s'impose dans le domaine des sciences naturelles, dans la Philosophie de la Nature. Driesch va prouver la *Denknotwendigkeit* du Vitalisme, c'est-à-dire qu'il s'impose *à priori*, de toute nécessité, *qu'on ne peut même pas penser la contradictoire* (1), et cette preuve est « *the most important final results of my analysis, the keystone of the whole building* » (2).

Puis, une fois démontrée la nécessité de l'entéléchie, il faudra lui trouver une place dans la table des catégories kantiennes, et la tâche du philosophe vitaliste sera terminée.

La preuve directe de la nécessité de l'entéléchie comme facteur d'explication, résultera d'une analyse complète du donné, analyse nécessairement introspective puisque rien n'existe que *mon phénomène*.

Je suis assis à mon bureau et me dispose à écrire quand je m'aperçois que ma lampe commence à fumer — n'oublions pas que tout cela n'a qu'une existence purement phénoménale — je me souviens d'après mes expériences passées qu'une lampe qui fume est chose désagréable, je veux baisser la mèche de la lampe, je me rappelle ce que j'ai déjà fait en pareil cas, j'étends la main, je tourne la clef de la lampe..., la lampe ne fume plus.

Cette série de phénomènes constitue pour ainsi dire

(1) Cf. *Die Organischen Regulationen*, p. 209, et « .... er (Driesch) tritt für den Vitalismus ein, rühmt sich aber nicht dessen dass er denselben auf eine neue art erfasst, sondern dass er ihn bewiesen, *denknotwendig* bewiesen habe ». — Rádl, *op. cit.*, t. II, p. 532.

(2) *The Science...*, t. II, Préface, p. VI.

une tranche de donné. Analysons ce donné avec soin. Il se compose de trois séries d'éléments, deux de ces séries, la première et la troisième, sont composées d'éléments de nature spatiale, la deuxième n'a rien de commun avec l'espace. La première série s'achève avec l'excitation du cerveau par le nerf optique, la troisième commence avec une excitation venue du cerveau pour commander le mouvement de la main. Mais entre le dernier élément de la première série et le dernier de la troisième il y a une série de phénomènes, souvenirs, volitions, etc. qui n'ont aucune relation avec l'espace, nous l'appellerons *série intra-psychique*.

Quittons maintenant notre point de vue psychologique pour le point de vue scientifique, car les résultats de l'introspection psychologique n'ont pas droit de cité dans la Philosophie de la Nature.

Je n'aï donc plus le droit maintenant que de considérer les phénomènes qui ont une relation avec l'espace, avec mon corps ; les autres sont comme s'ils n'existaient pas, je ne sais rien scientifiquement de leur existence. Mais alors il y a une lacune dans la série des phénomènes. J'ai d'abord une première série dont tous les éléments se suivent et se déterminent les uns les autres : vision d'une lampe, excitation du nerf optique, ébranlement cérébral ; puis une autre série de même nature : excitation venue du cerveau, mouvement de la main, arrêt de la fumée. Mais entre les deux il y a discontinuité, il est impossible de comprendre la série intra-psychique par le moyen de la première ; de même la seconde série spatiale n'est pas expliquée par la série intra-psychique. Il faut donc, si nous voulons comprendre et raccrocher entre elles ces trois portions du donné, si nous voulons une *explication*, donner un corrélatif scientifique à notre série intra-psychique, il nous faut quelque chose qui, sans être de nature spatiale, puisse agir dans l'espace et relier ainsi nos deux séries

de phénomènes. Ce corrélatif existe, nous l'avons vu, c'est l'entéléchie.

Donc le vitalisme s'impose, l'entéléchie est nécessaire si nous voulons comprendre le donné.

L'existence, ou plutôt la nécessité de l'entéléchie une fois admise pour nous-mêmes, nous pourrons étendre par analogie cette preuve aux autres vivants, du moins à ceux qui doivent « s'expliquer le donné » comme nous, c'est-à-dire aux hommes et aux animaux supérieurs.

Il faut enfin achever l'épistémologie de l'entéléchie en lui trouvant une place dans la table des catégories kantiennes.

Et d'abord Driesch nous donne sa pensée sur les catégories. A son avis, on ne peut concevoir sans cercle vicieux un moi extrayant des différentes formes possibles du jugement les différentes catégories. Puisqu'on ne peut penser sans elles, le Moi est déjà le résultat de l'application d'une catégorie. Kant, peut-être, n'y a pas pris assez garde, pense Driesch. Et il propose de baser les catégories sur une expérience d'un genre tout spécial ; à l'occasion d'une perception par exemple, la ou les catégories correspondantes qui existaient déjà dans la subconscience, sont comme réveillées ; c'est quelque chose d'analogue à la réminiscence socratique (1).

Et maintenant y a-t-il des moyens « catégoriques » de « comprendre » le Vitalisme, comme nous comprenons les événements du monde inorganique par les catégories de substance et de causalité ? Oui, évidemment, car aurions-nous pu discuter, comme nous l'avons fait, le Vitalisme, s'il n'y avait pas de catégorie corres-

(1) *The Science...*, t. I, p. 7 ; t. II, p. 300.

pondante, puisqu'on ne peut penser sans catégories ? Nous avons vu que l'entéléchie avait quelques rapports avec la substance et la causalité; il semble donc qu'on doive la placer parmi les catégories kantiennes, à côté de ces deux dernières et, comme elles, dans les catégories de relation.

Mais Kant n'a pas admis que la finalité fût une catégorie. Après avoir consacré au jugement téléologique la moitié de sa « Kritik der Urteilskraft », il conclut : le jugement de finalité n'exprime qu'une nécessité subjective du moi humain, il ne détermine pas les objets eux-mêmes, comme, par exemple, le jugement de causalité, il n'a, par rapport aux objets qu'une importance régulative, non constitutive, il ne fonde donc pas une catégorie.

Driesch n'est pas du même avis, et voici comment, d'après lui, s'établit la catégorie de finalité : chaque fois que nous voyons réalisée une combinaison spécifique, qu'il s'agisse d'un tout symétriquement ordonné ou de ce même tout répété dans les innombrables individus d'une même espèce, nous demandons le pourquoi.

Et nous le demandons parce que nous savons qu'il existe au moins un *facteur combinant* qui est notre propre volonté. Elle peut, en effet, ordonner et subordonner en vue d'un but à atteindre des êtres ou des forces de la nature. Et c'est justement cette expérience de notre pouvoir combinateur en vue d'un but, qui a éveillé, comme il a été expliqué plus haut, une catégorie correspondante; catégorie que nous projetterons ensuite sur le donné comme nous lui appliquons la catégorie de causalité, suscitée, elle aussi, par l'expérience interne.

Il faut maintenant baptiser la nouvelle catégorie ; nous l'appelons *catégorie d'individualité* ou *de constructivité :* le terme est plus général que celui de finalité et désigne, non plus seulement la combinaison opérée par un agent doué à quelque degré de connais-

sance et de volonté, mais le pouvoir ordonnateur et individualisant considéré abstraitement, en lui seul.

Enfin, il faudrait pouvoir introduire la nouvelle venue dans la série des catégories kantiennes, sans en déranger la belle ordonnance. Qu'à cela ne tienne. Il y a dans les catégories de relation une intruse : la catégorie d'action mutuelle (Wechselwirkung), ce n'est qu'une variété de causalité, une fausse fenêtre pour la symétrie ; nous la supprimerons pour installer à sa place la catégorie d'individualité, et la symétrie demeure impeccable.

Et voilà, au dire de Driesch, la pièce maîtresse de son œuvre, celle qui établit le plus solidement le Vitalisme. Nous nous permettrons de n'être pas de son avis. Il y déploie sans doute un certain talent de logicien ; on pourrait cependant relever de ci de là des inconséquences ; en particulier, on ne voit pas bien en quoi la nouvelle théorie des catégories l'emporte sur celle de Kant, mais à quoi bon proposer des réparations de détail à un édifice bâti sur l'Idéalisme, c'est-à-dire sur le vide ?

La tentation viendra peut-être à un philosophe réaliste d'utiliser la preuve de Driesch comme suit : Driesch attribue à son entéléchie toutes les propriétés du principe vital aristotélicien ; d'autre part il prouve qu'elle est nécessaire, qu'on ne peut s'en passer. De cette nécessité nous concluons, nous, réalistes, à l'existence réelle de l'entéléchie : sa nécessité ne peut venir que de son existence dans l'ordre objectif. A cela il faudrait répondre d'abord que l'entéléchie de Driesch n'est pas le principe vital d'Aristote et des scolastiques, à l'Idéalisme près ; une des propriétés essentielles lui en fait défaut : l'entéléchie, quoiqu'individualisante, n'est pas individuelle, mais supra-individuelle ; rien n'oblige à

donner à chaque vivant son entéléchie (1). Lui-même nous dit : « Même si nous quittions notre idéalisme critique pour la *Métaphysique*, entéléchie et âme ne seraient pas identiques (2). »

Il faudrait répondre surtout que traduire sa démonstration en réalisme serait trahir l'auteur qui prétend bien prouver le Vitalisme par l'Idéalisme, n'être pas vitaliste *et* idéaliste, mais vitaliste *parce qu'*idéaliste (3).

Et cependant Driesch est-il si convaincu de son Idéalisme ? Il lui échappe de dire qu'il ne le considère pas comme définitif, mais seulement comme méthodologique (4).

A la fin de son dernier ouvrage, il nous ouvre « trois fenêtres sur l'absolu — The three Windows into the Absolute » (5) : le Moi, l'existence de la moralité, la cohérence du Donné. Mais faut-il y voir autre chose que ce besoin commun à tous les idéalistes de reprendre pied de temps à autre sur le terrain du réel ?

Pour conclure cette étude et juger l'apport fait par Driesch à la cause vitaliste, nous ne pouvons que répéter ce que nous disions après la première partie : le premier, semble-t-il, des néovitalistes il a reconnu dans le vivant une finalité interne caractéristique, différente de celle des machines, inexpliquée par les seules forces physico-chimiques.

Mais il en est resté là ; le préjugé idéaliste l'a empêché de voir ou de dire que cette finalité interne requérait un principe vital substantiel essentiellement différent de la matière brute.

En somme, Driesch est le plus nettement vitaliste

(1) *The Science...*, t. II, pp. 317-318.
(2) *Ibid.*, t. II, p. 320 note.
(3) *Ibid.*, t. II, p. 239.
(4) *Ibid.*, t. II, Préface, p. VII.
(5) *Ibid.*, t. II, pp. 361-363.

parmi les non-scolastiques, celui qui se rapproche le plus des scolastiques, quoique séparé d'eux par l'abîme de l'Idéalisme. Et ce rapprochement n'est pas sans inquiéter certains.

« Cette parenté voulue avec la Scolastique, dit Wagner dans son histoire du Lamarckisme, imprime au concept d'entéléchie une caractéristique qui ne nous met pas à l'abri de ce soupçon : ne devra-t-on pas, en dernière analyse, remonter à une sorte de Démiurge ou à quelque autre principe ennemi de la Science (1) ? »

De ce soupçon nous ne pourrions que féliciter Driesch, si Wagner en l'accusant de tendances scolastiques ne visait, avec son Vitalisme, ce faible pour la terminologie compliquée qui risquerait de lui faire prendre parfois, suivant le mot de Leibniz, « la paille des mots, pour le grain des choses ».

F. Donau, S. J.

(1) Ad. Wagner, *Geschichte des Lamarckismus, als Einführung in die Psychobiologische Bewegung der Gegenwart*, 1909, p. 182.

PROPOSITION D'ENQUÊTE

SUR

LES MARCHÉS MONÉTAIRES [1]

Tous ceux qui ont suivi les travaux de la cinquième section de la Société scientifique ont dû être frappés du tour original qu'ils ont pris, depuis plusieurs années. Cette originalité, je la vois surtout dans le choix des sujets et dans la méthode de travail. Vous avez porté votre attention sur les questions commerciales. Vous avez compris que ces questions, malgré leur grande importance pratique, sont relativement peu étudiées. Et vous les avez abordées avec une méthode excellente : l'enquête collective, la collection de monographies confiées à de nombreux et éminents spécialistes. Vous réunissiez ainsi les avantages d'une description exacte et précise aux avantages de la comparaison qui fait jaillir des faits observés les idées générales et les vues synthétiques.

Les résultats obtenus sont vraiment remarquables.

Votre première série d'études sur la politique commerciale de l'Angleterre était déjà bien intéressante.

La seconde, sur les ports, est plus originale, plus complète et plus décisive.

C'est en m'inspirant de ces heureux précédents que

(1) Communication faite à la Société scientifique (section des sciences économiques) le 27 janvier 1910.

je voudrais vous proposer d'étudier, de la même manière, selon les mêmes méthodes, l'organisation des principaux marchés monétaires.

Pour vous intéresser à ce travail et vous induire à l'entreprendre, je voudrais vous en montrer, à grands traits, l'importance et l'opportunité.

Sur l'importance des questions financières en général il est à peine besoin d'insister. Nous avons tous, sur ce point, une conviction ferme, fût-elle parfois un peu obscure.

Nous expérimentons tous les jours, à travers les menus faits de notre vie privée et de la vie sociale, le rôle prépondérant joué par la finance.

La bourse et la banque, ses organes principaux, dominent la vie économique, et les mauvaises langues ajoutent que l'activité politique ne leur est pas étrangère.

De temps à autre des événements plus importants viennent éveiller l'attention publique et mettre en un relief saisissant la puissance redoutable, pour le bien comme pour le mal, de la finance contemporaine. Je citerai, à titre d'exemple, la dernière crise américaine, crise qui avait d'ailleurs des causes lointaines et multiples et fut déchaînée par la lutte entre trois groupes financiers : Morgan, Standard-Oil et Heinze.

Le groupe dirigé par Heinze, Thomas et Morse avait eu l'audace de s'attaquer aux intérêts de la Standard-Oil et du groupe Morgan. Ceux-ci leur firent payer cher leur témérité. Les sociétés contrôlées par Heinze furent acculées à la faillite, les banques dirigées par lui, mises en suspicion, et ces manœuvres combinées déclanchèrent la crise de 1907 dont l'Amérique est à peine remise aujourd'hui.

Or, que sont Morgan, Rockfeller, Harriman ? Des producteurs d'acier et de pétrole, des constructeurs de chemins de fer ? Sans doute, ils sont tout cela et bien d'autres choses encore. Mais, avant tout, et surtout ce

sont des financiers et des banquiers. Leurs chemins de fer, leurs usines, leurs lignes de navigation, ne sont que l'assise matérielle sur laquelle ils fondent leurs stupéfiantes opérations financières.

A la bourse, ils sont, dans une grande mesure, maîtres de décréter la hausse et de réaliser la baisse. Sur le marché monétaire, ils font, quand ils le veulent, l'abondance ou la disette, selon leur intérêt du moment.

On a pu dire sans exagération « que les deux grandes fédérations Standard-Oil et Morgan possèdent et contrôlent une très grande partie des réserves bancaires du pays entier ».

Sans doute, ce sont là des faits en partie exorbitants et anormaux. Ils sont pourtant l'indice grossi et, par le fait même, plus remarqué, d'un phénomène général de nos sociétés contemporaines : la prépondérance de la finance et des financiers. Cette prépondérance dérive, par voie de conséquence fatale, du développement même de notre économie moderne. Toutes les étapes de notre évolution économique se dirigent dans ce sens.

Si l'on réfléchit au rôle essentiel et normal de la finance, on s'apercevra que ce rôle est triple (1) : 1° dégager de toutes les valeurs réelles, individuelles, concrètes, la valeur abstraite exprimée en unités monétaires ; 2° concentrer ces valeurs abstraites, les grouper pour faire masse ; 3° les distribuer là où le besoin s'en fait sentir pour les transformer à nouveau, en valeurs individualisées, en capitaux concrets et productifs. Or, tout le développement moderne tend à rendre cette triple fonction de la finance de plus en plus aisée et de plus en plus nécessaire.

Le développement de l'économie monétaire, favorisé

(1) Sur tous ces points, voir la belle étude de M. Holbach sur la Finance. Bruxelles, Larcier, 1909.

par la production croissante des métaux précieux, a rendu possible l'expression quotidienne des valeurs concrètes en valeurs monétaires. Il a facilité la création de la valeur abstraite, opération préalable à toute action financière importante. Le développement du crédit agit dans le même sens. La lettre de change, les prêts bancaires sous toutes leurs formes, contribuent à monnayer, à généraliser la valeur abstraite des marchandises, fonds, maisons, etc. et à les détacher de leur substance matérielle. L'action enfin, le titre de bourse, mobilise et fractionne la fortune publique, crée à côté de la richesse massive, immobilisée, une richesse détachée de son support matériel.

Au fur et à mesure que ces transformations s'opéraient, la profession de financier se détachait de celle du commerçant, de l'industriel et de l'agriculteur. Son champ d'action se précisait : la manipulation de toutes ces expressions figurées des richesses réelles.

En même temps qu'elle devenait possible, sa fonction devenait de plus en plus nécessaire.

La centralisation politique et administrative, l'extension des attributions de l'Etat, les dépenses militaires, l'outillage économique créaient aux gouvernements modernes des besoins sans cesse grandissants. Les dettes publiques se développaient dans les mêmes proportions que les budgets. Le mouvement s'étendait des pays vieux aux pays neufs, aux colonies, aux anciens pays réveillés de leur torpeur séculaire, en voie de transformation politique et économique.

De tout cela, résultait la nécessité de solliciter l'épargne, de concentrer les capitaux disponibles, pour les mettre à la disposition des Etats en quête d'emprunts. Parallèlement à ce mouvement s'en accomplissait un autre, analogue en sa forme, identique dans ses conséquences financières.

A l'industrie artisane succédait l'industrie à domicile, puis l'usine, enfin la grande production.

Le développement des chemins de fer, de la marine marchande élargissait à l'infini les marchés, créant successivement l'économie nationale et mondiale sur les ruines de l'économie urbaine et territoriale.

En même temps la production se concentrait ; les unités productrices devenaient plus grandes, réclamant plus de capitaux, plus de machines, plus d'installations et de matières premières. Elle s'intégrait, c'est-à-dire que toutes les opérations nécessaires à la confection d'un même produit étaient réunies sous une direction unique. Enfin les industries concentrées et intégrées se coalisaient en gigantesques associations : les cartels et les trusts.

Parallèlement à ce développement technique se poursuivait un développement analogue dans l'organisation du crédit et de la finance. Sous le régime de l'industrie artisane, le financier, c'est le prêteur à la petite semaine et l'usurier. Au fur et à mesure que les unités productrices deviennent plus importantes, il leur faut plus de capital, et le capital propre ou celui qu'on peut emprunter aux parents et amis devient bientôt insuffisant. En même temps, la richesse accrue par l'accroissement de la productivité, la division du travail, la multiplication des carrières libérales créent les capitaux disponibles que les propriétaires sont incapables d'employer eux-mêmes. Alors le financier devient un organe indispensable de la vie économique. Ce n'est plus l'usurier, celui qui prête ses propres capitaux au consommateur prodigue ou pauvre ; c'est l'intermédiaire obligé du crédit, celui qui recueille les capitaux épars pour les investir dans telle usine, dans telle mine, dans telle entreprise de chemin de fer ou de navigation.

Non seulement son rôle a changé, mais son importance s'est accrue. A l'usurier avait succédé le ban-

quier local. Aujourd'hui les petites banques locales disparaissent, absorbées par les grandes sociétés de crédit. Une concentration analogue à la concentration industrielle, s'opère dans l'organisme financier.

La société par actions est venue à point fournir à la finance l'instrument nécessaire à son activité. Entre le producteur proprement dit en quête de capitaux et le capitaliste en quête de placement, le financier est désormais un organe indispensable.

Or, aujourd'hui cet organe tend à devenir prédominant. Pour le bien comme pour le mal, la puissance du financier est immense ; sans lui aucune idée, aucune invention, fût-elle géniale, ne serait réalisable. Elle ne le devient que le jour où il s'en empare pour la lancer, pour lui fournir la base financière qui lui manque et l'équiper des capitaux dont elle a besoin pour se réaliser.

Aujourd'hui, écrit M. Sayous, « les financiers jouent souvent le rôle de génie créateur et permettent aux idées de passer à l'acte ». Mais le public, le simple capitaliste est tout autant, sinon plus, à la merci de la finance. Il l'est, parce qu'il est incapable de connaître par lui-même la valeur réelle des entreprises qu'il soutient de ses capitaux. Il l'est, parce qu'il est en fait étranger à la gestion de la société qui est presque toujours dirigée par un petit groupe d'individus. Enfin son vendeur a mille manières d'influer sur le cours de la marchandise, pour l'inciter à vendre ou à acheter.

La puissance de la finance dans les temps modernes dérive de ces deux phénomènes corrélatifs :

1° Les immenses besoins de capitaux réclamés aujourd'hui par les grandes sociétés par actions, les États, les provinces et les communes.

2° Le besoin impérieux des capitalistes de faire fructifier leurs capitaux, et cela se ramène à une seule formule, l'extension du crédit dans le sens actif et passif. Mais le crédit ne s'obtient pas seulement sous la forme

de souscription à des actions ou des obligations, bref, sous la forme de crédit à long terme.

Le capital ainsi souscrit est la base d'une autre sorte de crédit plus variable, plus élastique, requis pour le roulement actuel des affaires. Une entreprise moderne de quelque importance ne saurait marcher, si elle n'est pas capable d'acheter, à un moment donné, plus de marchandises ou de services qu'elle n'en peut actuellement payer.

Pour cela il lui faut nécessairement recourir au crédit. Ce crédit, elle l'obtient sous forme d'escompte, de prêts et d'avances. Le crédit à court terme est aujourd'hui aussi nécessaire que l'autre, et ce sont les organes financiers appropriés, les banques, qui l'administrent.

Nous trouvons donc ici encore une forme de la finance au sens générique du mot, un nouvel intermédiaire du crédit, aussi indispensable que l'autre au bon fonctionnement de l'œuvre de production.

Le crédit sous toutes ses formes et les marchands de crédit ou les financiers accompagnent sans jamais la lâcher l'entreprise de nos jours. Ils président à sa naissance, ils l'assistent à tous les moments solennels de sa vie, ils sont présents à l'article de sa mort et disposent de ses dépouilles.

Si nous voulons avoir une connaissance exacte de l'activité économique moderne, il ne nous suffira donc pas de connaître le mécanisme de la production et de la distribution. Il nous faudra connaître le mécanisme de la finance, un des plus importants, sinon le plus important de tous. Or, je ne crois pas m'aventurer beaucoup en disant que de tous c'est le moins connu. Le procès de la production sous ses formes les plus modernes : le cartel et le trust, a été fouillé à fond dans des études de détail complétées dans ces derniers temps par d'heureux essais de synthèse. J'en dirai autant des problèmes les plus urgents de la distribu-

tion. Malgré de nombreux et excellents travaux, il reste au contraire beaucoup à faire dans le domaine de l'économie financière.

Cela tient, me semble-t-il, à la très grande difficulté de ces sortes d'études. Les théoriciens n'ont pas toujours des connaissances techniques suffisantes. Les techniciens n'ont ni le loisir ni le goût d'entreprendre des travaux théoriques.

C'est pourquoi j'ai songé à vous proposer d'étudier en commun quelques-unes de ces questions financières.

Elles sont nombreuses ; il fallait choisir. Comme vous avez pu vous en apercevoir par le rapide exposé que je viens de faire, elles peuvent se répartir en deux groupes principaux, caractérisés par les deux formes de crédit dont je viens de parler : le marché financier d'une part, avec la bourse pour centre ; le marché monétaire d'autre part, avec la banque d'émission pour organe principal. Ce que je voudrais vous proposer aujourd'hui, c'est l'étude collective des marchés monétaires et de toutes les questions qui s'y rattachent.

Une étude complète des questions de finance devrait embrasser les deux marchés. Mais puisqu'il faut bien commencer par un bout, j'ai pensé que mieux vaudrait aborder d'abord les questions monétaires, relativement faciles et sur lesquelles nous possédons beaucoup de travaux préparatoires excellents.

Par marché monétaire on entend le marché des prêts à court terme, par opposition au marché des prêts à long terme.

La chose vendue c'est le crédit, le crédit à court terme.

Les vendeurs ce sont les banques : banques commerciales, et de dépôts, avec la ou les banques d'émission. Les acheteurs ce sont les commerçants, les industriels, les banquiers eux-mêmes dans certaines circonstances,

les spéculateurs ; tous ceux qui ont besoin de disposer de capitaux étrangers pour des opérations de courte durée.

Étudier l'organisation du marché monétaire, c'est donc avant tout étudier l'organisation des banques commerciales et des banques d'émission dans leurs opérations propres et dans leurs relations réciproques.

Pour apprécier l'utilité et l'intérêt d'une pareille étude, il suffit de rappeler les principales fonctions élémentaires du marché monétaire.

La première est de régulariser la circulation monétaire.

La principale qualité d'une bonne circulation monétaire, c'est d'être à bon marché. Or, la circulation métallique coûte cher. L'or et l'argent, l'or surtout, sont des produits coûteux. Sans doute, dans l'état actuel des échanges, il n'est pas possible de s'en passer absolument. Mais, conformément au principe de la loi du moindre effort, si bien mise en valeur par M. Van der Smissen, il faut s'efforcer d'en réduire l'usage au minimum compatible avec la sécurité des transactions. Et c'est la première fonction du marché monétaire. Les banques par une série de combinaisons qui vous sont bien connues — par les billets de banque, les compensations, les chèques, les clearing — fournissent des substituts à la monnaie métallique, activent la rapidité de la circulation monétaire, et par ces deux procédés combinés, arrivent à décupler et au delà l'usage utile du stock monétaire.

Il importe, en deuxième lieu, que la quantité d'instruments monétaires s'adapte exactement aux besoins de la circulation. Il n'en faut pas trop, sinon la monnaie risquera de se déprécier, ou de s'écouler en partie à l'étranger. Il n'en faut pas trop peu, car alors ce sont les marchandises qui se déprécieront, et la circulation sera entravée.

L'idéal d'une monnaie, c'est donc une monnaie élastique, qui se prête exactement aux besoins du marché ; abondante quand les besoins sont grands, restreinte quand les besoins sont petits. C'est au marché monétaire à réaliser cette élasticité. La circulation de billets de banque, et la circulation basée sur les dépôts, la *deposits-currency*, quand elles sont bien organisées, suffisent en temps normal à tous les désiderata de l'élasticité.

Enfin en troisième lieu, il faut que la circulation soit sûre ; que les instruments monétaires ne se déprécient pas ; qu'ils soient capables de résister à ces tourmentes économiques qu'on appelle les crises. Il n'y a rien de plus élastique, par exemple, de plus exactement adapté aux besoins, que la circulation basée sur les dépôts en banque. Mais l'exemple des États-Unis nous montre qu'en temps de crise, cet élément de la circulation peut refuser tout service.

Tels sont les principaux aspects de la première fonction du marché monétaire. Ce sont là des généralités connues de tous et j'ai scrupule de rappeler de pareilles banalités. Mais ce qui serait intéressant, instructif, ce serait une étude comparative de la manière dont les principaux marchés monétaires se comportent au point de vue de la circulation.

La deuxième fonction du marché monétaire, c'est la concentration des capitaux disponibles. Il existe à tout moment, dans un pays donné, des masses de capitaux momentanément sans emploi : fonds de roulement des commerçants et des industriels, tire-lire des particuliers, bas de laine des ouvriers et des paysans. A l'état de dispersion et de fractionnement, ces sommes d'argent sont ordinairement trop petites pour être utilisées productivement. Si elles sont assez importantes pour être investies, on ne le fait pas parce qu'on aura besoin de cet argent dans peu de temps, et qu'on veut le tenir

disponible. Il y a là une déperdition de force, un gaspillage de capital, qui peut monter à des sommes très importantes.

Je n'ai pas fait le compte de ce que nous perdons de ce chef en Belgique, si tant est que ce compte puisse être fait d'une manière suffisamment approximative. Mais si j'en juge par ce que je vois autour de moi, dans le monde des carrières libérales, dans la haute et la moyenne bourgeoisie, dans le moyen et le petit commerce, les immobilisations improductives doivent se monter dans notre pays à des sommes fort élevées.

La deuxième fonction d'un marché monétaire bien organisé, c'est précisément de remédier à cette situation.

C'est aux banques à rechercher ces capitaux disséminés, à les faire sortir de leur torpeur, à les éveiller en quelque sorte à la vie économique, à les grouper pour les utiliser ensuite. Les conséquences d'un pareil groupement sont nombreuses et importantes. C'est l'épargne de monnaie métallique dont j'ai déjà parlé, et l'avènement des paiements par compensation. C'est une plus grande abondance de capitaux disponibles, une offre plus grande pour les prêts à court terme et une diminution du loyer de l'argent. Et tout cela se résume en une formule : maximum d'utilisation des capitaux nationaux.

C'est ce qu'exprimait en termes heureusement imagés M. Neymark au Congrès des valeurs mobilières de 1900 (1) : « Le rôle et les affaires des banques et des banquiers ont subi, disait-il, de profondes transformations. Tous ceux qui détenaient des capitaux immobiles, improductifs, ont compris peu à peu qu'ils pouvaient les utiliser et qu'en les utilisant, ils devaient les accroître. Une richesse ignorée et stérile jusqu'alors

(1) Cités par de la Barbate, *Les opérations à court terme des établissements de crédit*, pp. 39 et 40.

s'est mise en marche vers les objets de placement... Tracer un lit à tous ces ruisseaux, rassembler toutes ces gouttes de richesses, donner un cours normal et constant à ces économies éparses qui se reconstituent sans cesse, en former en quelque sorte de grands fleuves fécondants, ayant pour océan la prospérité de tous, le bien-être commun, le crédit général : telle a été l'œuvre difficile, utile, honnête des grandes sociétés de crédit. »

Mais il ne suffisait pas de désirer les dépôts, d'en comprendre l'utilité pour qu'ils devinssent aussitôt des réalités. Il fallait pour réussir dans ce drainage de capitaux extrêmement minimes et disséminés, des organisations puissantes, exerçant une grande force d'attraction, étendant sur le pays entier un réseau vaste et ténu de ramifications. C'est l'origine des grandes banques de dépôt et des établissements de crédit.

La mesure dans laquelle les banques d'un pays réussissent dans l'accomplissement de cette tâche dépend de l'organisation plus ou moins parfaite de l'ensemble du marché monétaire.

Parmi les conditions requises pour réussir citons : la multiplication des succursales de la banque d'émission et des banques privées ; l'acceptation des dépôts même minimes : la facilité d'opérer des virements ; une bonne législation sur le chèque ; la rapidité avec laquelle les chèques sont payés aux guichets des banques, une bonne organisation du clearing.

A tous ces points de vue, les marchés monétaires diffèrent beaucoup les uns des autres. Le marché-type, c'est le marché de Londres où la concentration des capitaux est poussée à ses dernières limites. Aujourd'hui en Angleterre, le chèque est devenu une monnaie universelle : on règle au clearing de Londres, au bas

mot. 200 milliards par an ; il y a des jours où on a réglé 3 milliards de transactions en quelques heures de travail, sans déplacer une pièce de monnaie. « L'habitude d'avoir un compte en banque, d'y verser et d'en retirer par chèques, pour les plus petits besoins, est entrée peu à peu dans les mœurs anglaises au point qu'il n'est pas un commerçant de gros ou de détail, qu'il est peu de particuliers même, sans un compte en banque. Dans le grand et petit commerce, dans la finance, toutes les transactions au comptant se règlent par chèques ; dans la vie privée, les notes du boucher, du boulanger, de l'épicier, du bottier sont également soldées par chèques (1). »

La situation est loin d'être aussi brillante sur les autres marchés, à l'exception peut-être des États industriels de l'Amérique du Nord. En Allemagne notamment, où on souffre chroniquement de la cherté de l'argent, les écrivains financiers les plus compétents n'hésitent pas à attribuer en partie cette cherté habituelle à une organisation insuffisante des dépôts en banque.

Il faut, écrivait dernièrement le rédacteur financier de la Gazette de Francfort, « mieux utiliser les grosses réserves d'or qui sont inutilement employées aux paiements intérieurs, et cela par le développement de la circulation fiduciaire, des chèques et des compensations. C'est là en partie l'œuvre à accomplir par la direction de la Reichsbank. Mais il faut pour réussir la collaboration du public et de chacun. Comme chacun souffre aujourd'hui des inconvénients de la cherté de l'argent, la base psychologique à une amélioration de la circulation monétaire est posée. C'est aux organes responsables à établir les organisations pratiques destinées à réaliser les desiderata du public. On a déjà

(1) Barbate, *op. cit.*, p. 23.

beaucoup fait. La loi sur le chèque est votée, celle sur le chèque postal est en préparation. Les organes administratifs généraux et communaux donnent l'exemple et agissent sur leurs employés. Les établissements de crédit font une propagande plus ou moins intensive et plus ou moins habile. Il reste beaucoup à faire ; à donner au public des formules de virement facilement utilisables et surtout à mieux organiser les opérations de clearing. »

On pourrait multiplier les citations de ce genre relatives à d'autres marchés. Chacun sait combien nous sommes en retard dans notre pays, malgré d'honorables efforts faits en ces derniers temps.

J'en arrive à la dernière fonction, la plus importante peut-être du marché monétaire : l'administration du crédit à court terme.

Tout cet argent disponible que les banques attirent à elles, accumulent et concentrent, c'est pour le diriger vers le placement productif. Elles le font sous les formes variées des prêts à court terme, escompte, avances en compte courant, prêt sur titres, reports. La forme classique et en quelque sorte spécifique de ces prêts c'est l'escompte. J'emploierai donc ce terme, pour plus de facilité et de rapidité, dans le sens de prêt bancaire à court terme.

L'importance de ces prêts dans le monde économique moderne ne saurait être exagérée. De plus en plus aujourd'hui les commerçants, les industriels et les spéculateurs travaillent avec des fonds empruntés. Je n'ai pas à insister sur les avantages économiques d'un pareil système, ce sont notions par trop élémentaires. Qu'il me suffise de rappeler que l'intérêt du commerce et de l'industrie c'est 1° que le taux de l'escompte soit aussi bas que possible ; et 2° qu'il soit aussi fixe que possible. Plus le taux de l'escompte est bas, plus il est avantageux d'emprunter, plus il sera facile d'étendre les

affaires. La concurrence que les producteurs se font entre eux, les force à travailler à petit profit. Que les frais de production viennent à monter, et le profit s'évanouit. Or parmi les frais de production il faut mettre en bonne place le loyer des capitaux empruntés. Si le taux de l'escompte monte, c'est le signal qu'un peu plus tôt ou un peu plus tard les affaires vont se ralentir. Tout le monde connaît les effets de l'élévation quelque peu prolongée du taux de l'escompte : diminution des affaires et de la spéculation, baisse de prix des marchandises et des valeurs mobilières, arrêt des émissions de valeurs mobilières.

Le taux de l'escompte est donc à la fois un indice et un régulateur de l'état des affaires. Que le taux d'escompte s'abaisse, toutes autres choses égales, et le commerce, l'industrie et la spéculation vont être stimulés ; qu'il hausse et c'est l'arrêt, le marasme, les lamentations dans le commerce, l'industrie et à la bourse.

Sans doute, le taux de l'escompte dans un pays, à un moment donné, dépend de beaucoup de facteurs dont le principal est peut-être le manque d'esprit d'entreprise joint à une forte capacité d'épargne — ou bien le contraire, un esprit d'entreprise hors de proportion avec les capitaux épargnés. Ce serait, au dire de certains, l'explication du taux ordinairement bas du marché de Paris et du taux ordinairement élevé du marché de Berlin. Mais il n'y a pas de doute qu'un de ces facteurs c'est l'organisation même du marché monétaire. Selon que les deux fonctions corrélatives — concentration dans les banques des capitaux disséminés; mise à la disposition du public, des capitaux ainsi recueillis — sont plus ou moins bien organisées, la hauteur du taux de l'escompte s'en ressentira.

Il ne suffit pas que le taux de l'escompte soit bas, il faut encore qu'il soit stable. La stabilité est le seul

moyen pour le commerçant et l'industriel de mesurer à l'avance leurs risques. Des changements trop fréquents et trop brusques viennent déjouer les calculs les plus précis et clôturer en perte, des opérations commencées avec un légitime espoir de gain. La stabilité relative du taux d'escompte dérive incontestablement d'une bonne organisation du marché monétaire. C'est avec raison que le rapport de la banque de France signale avec une orgueilleuse satisfaction la stabilité de son taux. C'est à l'insuffisance de la réserve d'or de la banque d'Angleterre qu'on attribue la fréquence des fluctuations du taux de l'escompte sur le marché de Londres.

Par ce simple exposé, qui n'a d'autre prétention que de vous rappeler ce que vous savez tous, vous pouvez déjà vous rendre compte de l'importance d'une bonne organisation du marché monétaire.

Mais ce n'est pas tout ; ce que nous venons de dire ne s'applique qu'aux époques normales, aux temps de calme et d'équilibre. Or, aujourd'hui dans le monde économique, tout comme dans notre climat de Belgique, les temps de calme ne sont jamais que des éclaircies plus ou moins longues entre deux tempêtes. Les crises sont devenues un élément normal du développement capitaliste. Or toute crise, quelles que soient son origine et sa nature, a sa répercussion sur le marché monétaire. Comment le marché monétaire est-il organisé pour y résister ? Considéré dans son fonctionnement idéal, le marché monétaire a des fonctions importantes à remplir en temps de crise.

La première, toute négative et toute modeste, importante cependant, c'est de ne pas périr lui-même dans la tourmente, et de n'en pas être trop désemparé.

La deuxième, c'est de prévenir les crises, de les empêcher de naître ou de les tuer dans l'œuf ; en restreignant en temps utile le crédit à la spéculation

hasardeuse ; en ne faisant que du crédit strictement commercial ; en tenant ses ressources dans une mobilité parfaite.

La troisième enfin, c'est, quand la crise est née, d'en limiter les ravages, d'en réparer les dégâts, de hâter le retour à une période de calme, de recueillement et de réparation.

Les moyens de faire face à ces trois devoirs élémentaires sont aujourd'hui assez bien connus. Mais ils sont encore, en fait, bien mal employés.

Tel marché monétaire suffisamment bien organisé pour les périodes de calme, refuse à peu près tout service au temps de crise un peu forte.

Un exemple typique à ce point de vue, c'est le marché monétaire américain.

En temps normal, il fonctionne bien. En temps de crise, il arrive à ne plus fonctionner du tout, comme ce fut le cas en 1907, où les paiements en espèces furent à peu près universellement suspendus. Et on s'explique fort bien une pareille situation si, faisant abstraction des causes historiques et sociales qui ont contribué à la formation du marché américain, on l'étudie d'un point de vue idéal et théorique.

On dirait qu'une mauvaise fée a présidé à la naissance et au développement de ce marché, tant on y trouve accumulés de défauts et de nuisances.

Le marché anglais lui-même n'échappe pas à toute critique à ce point de vue.

Jusqu'ici nous nous en sommes tenus à la considération du marché monétaire, dans ses relations avec l'ensemble de l'économie nationale. Pour vous montrer la question dans toute son ampleur réelle, il reste à faire rapidement allusion à la solidarité des marchés monétaires.

On a dit et peut-être a-t-on trop dit que l'économie

moderne est une économie mondiale. La Belgique tout particulièrement a fait une grosse réclame à cette expression.

Quoi qu'il en soit, elle est très juste. Pour des raisons archiconnues, l'activité économique d'un pays est aujourd'hui influencée par l'activité économique des autres pays. Les relations monétaires et financières ont subi le même procédé d'universalisation. Le taux d'escompte de Londres par exemple, réagit plus ou moins sur tous les changes en or et, par l'intermédiaire du change, sur l'escompte des autres pays. Il y a entre l'escompte, le change et les mouvements d'or une série d'actions du plus haut intérêt, qu'on résume en deux mots, la solidarité des marchés monétaires.

Cette solidarité existe en temps normal. C'est parce que le taux d'escompte à Berlin est toujours plus élevé qu'à Paris, que les capitaux français vont s'utiliser à Berlin. Mais cette solidarité permanente s'accentue en temps de crise. Un exemple mémorable et qui est encore dans toutes les mémoires est celui de la crise de l'automne 1907.

Par suite du taux anormalement élevé des prêts à court terme à New-York, tous les marchés monétaires européens furent ébranlés, et en toute première ligne Londres et Berlin.

« En l'espace de quelques jours (1), du 31 octobre au 7 novembre 1907, la banque d'Angleterre devait élever son escompte par trois fois et notamment du taux de 4 1/2 en vigueur depuis avril à 7 p. c., taux qui n'avait plus été atteint depuis la forte crise intérieure de 1873. La Reichsbank devait decréter le 8 novembre le taux de 7 1/2 p. c.

Ces taux d'intérêt anormalement élevés suffisent

(1) Voir Schumacher, *Le marché financier américain*, pp. 82 et 83.

à montrer l'intensité de l'assaut. Plus significative encore est la longue durée de ces taux.

Jusqu'à présent en Angleterre, on avait vu le taux de 6 p. c. durer au maximum 52 jours. En 1906, il fut maintenu 82 jours sans interruption et, en 1907, pendant 73 jours il resta au moins à 6 p. c., pendant 55 jours à 7 p. c. Le taux d'escompte de la Reichsbank, en 1906, atteignit 6 p. c. pendant 194 jours, et 7 p. c. pendant 34 jours et, en 1907, 6 p. c. au minimum pendant 129 jours, 6 1/2 pendant 88 jours, 7 1/2 pendant 66 jours.

Même les taux d'escompte de cette hauteur et de cette durée n'auraient pas suffi si la Banque de France pendant ces deux années n'était venue au secours du marché de Londres. Elle mettait à sa disposition, en 1907, sous la forme d'escompte de lettres de change de premier ordre, 75 millions de francs en monnaie d'or américaine. La récente amitié politique entre les deux pays peut y avoir un peu contribué ; la raison principale en fut l'intérêt personnel bien compris de l'établissement parisien. Car la Banque de France n'avait pu maintenir le taux d'escompte de 3 p. c. qu'elle était restée 5 ans sans changer et elle avait dû l'élever à 4 p. c. ; elle cherchait à épargner toute nouvelle élévation au monde commercial français qui n'a pas appris à compter avec les oscillations du taux de l'escompte ; mais c'eût été à peu près impossible si la Banque d'Angleterre avait été forcée à une nouvelle élévation de son escompte. Voilà, pris sur le vif, un exemple frappant de la solidarité des marchés monétaires.

Telles sont, rapidement esquissées, les principales questions que soulève l'étude des marchés monétaires. Autour de ces points essentiels se grouperaient, cela va sans dire, foule de détails accessoires, spéciaux à tel ou tel marché.

Chaque marché réalise d'une manière qui lui est

propre chacune de ces fonctions. Pourquoi, par exemple, le taux de l'escompte est-il relativement bas en Angleterre? Sans doute, cela tient, en majeure partie, à la grande richesse de l'Angleterre, à la puissance d'attraction exercée par Londres sur les marchés étrangers. Mais cela tient aussi à la physionomie particulière et si originale du marché anglais ; à l'extrême concentration en banque de tous les capitaux disponibles, à la division du travail qui interpose entre les banques et la clientèle les intermédiaires compétents dont les bills-brokers et les stocks-brokers sont les plus connus, mais non les seuls.

Pourquoi le taux de l'escompte fluctue-t-il si souvent à Londres ? Sans doute encore les fluctuations du taux de l'escompte sont un phénomène inévitable, naturel, nécessaire, une simple application de la grande loi de l'offre et de la demande. C'est la stabilité qui serait anormale et artificielle. Cependant il est incontestable que ces fluctuations sont plus fréquentes à Londres qu'ailleurs et qu'elles ne sont pas uniquement dues au mouvement naturel des affaires.

Elles dérivent de l'organisation du marché, de ce fait que la banque d'Angleterre détient, par suite de circonstances historiques, la seule réserve d'or du pays.

Toute demande un peu extraordinaire de crédit, pour les besoins intérieurs ou extérieurs, au lieu de se répartir sur une foule d'organes et de s'atténuer en se divisant, a son retentissement presqu'immédiat sur la banque d'Angleterre. Pour parer à ces besoins la banque d'Angleterre n'a qu'une réserve d'or insuffisante.

Force lui est donc de recourir trop souvent, au gré des commerçants, à la politique de l'escompte.

L'organisation de chaque marché monétaire est le résultat de circonstances historiques particulières à chaque pays.

La première tâche d'une enquête comme celle que

je vous propose, serait de nous faire connaître les principaux marchés, tels qu'ils sont, avec leur physionomie individuelle et caractéristique.

Notre deuxième tâche serait de critiquer ce qui existe à la lumière de l'expérience et de la théorie.

Le simple rappel que je viens de faire des fonctions du marché monétaire, a dû vous montrer l'importance d'une bonne organisation de ce marché et, par voie de conséquence, l'intérêt des questions qui s'y rapportent.

J'ajoute que cette étude serait d'une grande actualité. Dans plusieurs pays la question du marché monétaire est discutée et parfois très passionnément.

En Angleterre, la question de la réserve d'or fait couler des flots d'encre et de parole. Dans ces derniers mois, la question semble avoir fait un pas important que l'on considère comme la dernière étape avant la réforme. La chambre de commerce de Londres avait constitué un comité spécial pour l'étude de la question. En juin 1909, le comité après plusieurs séances de discussions dont le détail n'a malheureusement pas été publié, a fait paraître un rapport concluant à l'adoption d'une série de mesures destinées à fortifier la réserve d'or. Ce rapport paraît avoir été bien accueilli par le monde de la banque et de la finance.

A Berlin, c'est la cherté habituelle de l'argent qui est l'objet de toutes les plaintes. A l'occasion du renouvellement du privilège de la Reichsbank, le gouvernement a voulu se renseigner sur les modifications qu'il conviendrait d'introduire dans l'organisation de la Banque pour obvier aux inconvénients de la cherté de l'argent. Il a constitué une commission présidée par le gouverneur de la Reichsbank et composée de 42 membres dont 17 représentaient l'Empire et les États confédérés. Elle a entendu 163 experts sur un programme qui embrasse pour ainsi dire tous les pro-

blèmes qui peuvent se poser à propos d'une banque d'émission.

Outre cela il existe, à propos du marché monétaire allemand, une controverse déjà vieille, mais qui est encore d'actualité. Elle a pour objet l'organisation des grandes banques de Berlin : le mouvement de concentration qu'elles réalisent et la confusion des opérations commerciales proprement dites et des opérations financières.

A New-York, la dernière crise a mis dans un relief saisissant, les innombrables défauts du marché monétaire américain. Il n'y a de doute pour personne que la caractéristique de cette crise, c'est la prédominance des phénomènes pathologiques sur le marché monétaire. Aussi, depuis lors, la réorganisation du marché n'a plus cessé d'être à l'ordre du jour. Elle a été discutée dans la presse, dans les revues, au parlement, dans les réunions de banquiers, dans les sociétés d'économie politique et dans les universités. Une réforme partielle assez insignifiante a été réalisée. D'autres, plus radicales, ne tarderont pas, espérons-le, à voir le jour. C'est ce que le Secrétaire du Trésor faisait prévoir tout dernièrement dans les termes que voici : « Ce n'est pas le moment pour le secrétaire du Trésor de discuter le plan d'une réforme de la circulation monétaire et de la banque. La nécessité d'une pareille réforme est universellement reconnue, et quand le temps sera venu, mon département exprimera son avis. Entretemps l'initiative d'assurer une nouvelle législation sur cet objet a été confiée à une commission monétaire. La question n'a cessé de s'étendre. La réforme de la circulation monétaire s'est élargie jusqu'à comprendre la réforme de notre système de banques... Il faut souhaiter que l'étendue et la gravité de réformes aussi importantes, provoqueront une appréciation calme et désintéressée des mesures qui sont prises. »

En France, il y a la politique de la Banque nationale intéressante à rappeler. Ensuite la question des grands établissements de crédit, qui a donné lieu dans ces derniers temps à d'assez vives polémiques.

En Belgique, aucune question spéciale ne passionne l'opinion publique intéressée à d'autres objets. Notre marché aurait pourtant bien besoin d'être soumis à une critique détaillée.

Ces quelques exemples suffisent pour vous montrer l'intérêt d'actualité de l'enquête que je vous propose.

Il me resterait pour conclure, à dire quelques mots de l'organisation de l'étude collective que je vous propose. Je sens, comme vous, que pour donner aux efforts que nous solliciterons le maximum de cohésion, il nous faudrait un plan précis à divisions suffisamment nettes. Et pourtant, il me serait bien difficile de satisfaire complètement à cette légitime exigence. Je suis forcé de m'en tenir à des généralités, laissant aux collaborateurs espérés une très grande latitude.

Il est pour ainsi dire impossible d'établir à l'avance un programme d'études strictement applicable à tous les marchés. Chaque marché, je l'ai dit, a sa physionomie propre, strictement individuelle ; et ce qui nous intéresse surtout, ce sont précisément ces individualités distinctes dans l'ondoyante complexité de leur vie.

Nous sommes sous la dépendance des collaborations qui voudront bien s'offrir. Nous n'avons ni la prétention, ni le droit de leur imposer une discipline trop stricte ; nous serons déjà fort heureux qu'elles acceptent de mettre à notre service, leur compétence et leur savoir.

Je me limiterai donc à quelques données essentielles que je ne considère d'ailleurs pas comme limitatives, mais comme exemplatives. Quant à l'objet même de notre recherche, il est essentiellement élastique. Nous

pouvons à notre gré prolonger l'enquête ou la clore, selon nos convenances, le nombre de nos collaborateurs, l'intérêt que vous prendrez au résultat de nos travaux.

Il serait désirable de traiter les marchés suivants : Londres, Paris, Berlin, New-York, Bruxelles, Amsterdam et la Suisse.

Je voudrais également voir étudier les projets d'entente ou les ententes entre banques d'émission, et le fameux projet de Luzzati : établissement d'un clearing international, bref, toutes les organisations financières internationales déjà réalisées ou en projet.

Sur chaque marché, quels seraient les points essentiels à mettre en relief ?

Il me semble qu'avant tout, il serait nécessaire de tracer l'esquisse générale du marché montrant les différents organes dans leurs actions et réactions réciproques.

Cette vue ramènerait à l'unité les monographies subséquentes et maintiendrait le sentiment de l'harmonie fonctionnelle du marché. Puis viendraient une série d'études spéciales plus ou moins nombreuses, selon les marchés et selon les collaborateurs dont nous disposons, et qui pourraient porter sur les objets suivants :

1° Éventuellement, la situation monétaire métallique là où elle offre des particularités intéressantes : aux États-Unis par exemple, ou dans les pays de l'Union latine, en Autriche-Hongrie, en Russie.

2° La banque d'émission dans son fonctionnement actuel et dans son évolution. Émission des billets, réserve d'or, rapports avec le Trésor, politique d'escompte, domination du marché libre, opérations actives, rôle en temps de crise, rapport avec les autres banques, etc.

3° Les chèques et les compensations, législation qui

les régit, importance, fonctionnement, projets de réforme.

4° Monographies de banques privées, organisation des dépôts, concentration, filiales, opérations actives, rapports avec l'industrie et les affaires financières, rapports avec la bourse.

5° Action de l'État sur le marché financier, bons du Trésor, etc.

6° Organisation du marché libre de l'escompte.

Ce ne sont là que des points de repère.

Pour réussir pleinement, nous devrions pouvoir obtenir la précieuse collaboration des banquiers et des financiers. Nous avons en Belgique une pléiade d'hommes éminents dans la banque et la finance. Parmi les employés de banque, on commence, me dit-on, à ne plus se contenter d'employés ordinaires et à rechercher des jeunes gens pourvus d'une forte culture générale et commerciale. Pourquoi quelques-unes de ces compétences ne nous prêteraient-elles pas le précieux concours de leurs lumières et de leur expérience ?

Je crois que nos banquiers et nos financiers n'ont rien à envier à leurs confrères des autres pays. Or, je ne sais s'il existe au monde un pays où les financiers écrivent ou parlent si peu que chez nous des questions intéressant leur profession. C'est un tort. Pour nous la collaboration de quelques spécialistes serait infiniment utile. Il y a dans les affaires de banque d'escompte et de change, des détails techniques assez difficiles pour les non initiés et dont l'importance est souvent très grande.

Il va sans dire que la méthode d'études devrait être celle qu'on applique dans toutes les études de ce genre : la description aussi minutieuse et aussi exacte que possible des divers organismes, suivie d'une critique de leur fonctionnement.

Il ne me semble pas utile ni désirable qu'on se contente d'une seule monographie par marché monétaire.

Nous n'obtiendrions par cette méthode que des résultats trop sommaires et trop généraux. Nous devrions pouvoir diviser l'étude d'un marché en une série plus ou moins longue de monographies. Pour conserver à l'ensemble son unité, il suffirait de faire précéder les études de détail d'une vue d'ensemble et de les faire suivre de conclusions générales.

Telle est la proposition que j'avais à vous faire. Elle est à longue portée et ne se réaliserait ni en un jour ni en une année. J'y vois moi-même plusieurs objections, notamment la difficulté de trouver des collaborateurs. Il y a aussi le manque d'intérêt pittoresque : une étude séparée sur un organisme du marché monétaire ne peut avoir pour les auditeurs, l'attrait d'une monographie synthétique sur un port ou d'une analyse de l'impérialisme anglais. Mais elle a un intérêt d'un autre genre, plus important et plus durable. Vous savez que, déjà aujourd'hui, il n'est plus possible de publier quoi que ce soit d'un peu sérieux sur les ports de commerce sans citer l'instructive enquête que vous avez su mener à bonne fin.

Mon ambition serait que votre enquête sur les marchés monétaires devînt le vade-mecum indispensable de tous ceux qui s'intéressent aux questions financières.

FERNAND DESCHAMPS,
Professeur d'économie politique
à l'Institut supérieur de commerce d'Anvers.

UN DEMI-SIÈCLE DE DARWINISME

(Suite et fin) (1)

III. — LA CRITIQUE DU DARWINISME

« Quel est le biologiste ayant vécu pendant les quarante dernières années, demande Théodore Boveri dans un remarquable discours prononcé en 1906 (2), qui n'a pas passé par une période où la théorie de la variation fortuite sans direction déterminée et de la sélection naturelle, dans la lutte pour la vie, lui est apparue comme la formule magique toute-puissante, explicative de toute adaptation ? Cette solution, comme l'œuf de Christophe Colomb, semblait si simple que chacun s'étonnait de n'être pas arrivé lui-même à cette géniale découverte. Mais du moment où l'on commença à vouloir contrôler la théorie de Darwin et de Wallace pour une disposition organique déterminée, son insuffisance ne pouvait plus se dissimuler longtemps. »

En ces quelques mots, l'éminent Recteur de l'Université de Wurtzbourg a exactement caractérisé l'attitude du monde savant à l'égard du darwinisme : séduction d'abord ; puis, après examen des faits et à la réflexion, désenchantement et déception.

Comme on l'a fait remarquer dans la première partie

(1) Voir la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 3e série, t. XVII, janvier 1910.

(2) Th. Boveri, *Die Organismen als historische Wesen*. Würzburg, Stürtz, 1906.

de cette étude, quelques esprits plus vigoureux ont brûlé la première étape et se sont rangés d'emblée parmi les adversaires de la sélection naturelle. De ce nombre furent Mivart et Wigand. Malheureusement quelques-uns de ces contradicteurs de la première heure dépassèrent le but : avec le darwinisme, ils croyaient devoir, au nom de la science exacte, rejeter tout transformisme. Ils se trompaient. De ce chef, leur argumentation contient une partie caduque et il faut aujourd'hui distinguer soigneusement celles de leurs critiques qui ne portent point et celles qui ont frappé juste.

La chose est particulièrement nécessaire pour l'œuvre de Wigand. Si sa réfutation du transformisme en général est sujette à caution, ses arguments contre le sélectionnisme gardent toute leur vigueur et ne vieilliront jamais.

On dira plus loin comment, à la suite de cette avant-garde réduite au début à quelques unités isolées, des forces progressivement croissantes se sont groupées et organisées, ont obligé l'adversaire à compter avec elles, marchent enfin maintenant d'un pas résolu à une complète victoire. Pour mieux comprendre les vraies raisons du succès de la réaction antidarwinienne, examinons d'un peu plus près les faiblesses intrinsèques de la théorie sélectionniste.

Multiplier les objections de détail serait aisé. Pour faire court, nous nous en tiendrons aux critiques les plus foncières. Nous réduirons nos griefs à trois.

Première objection. *La théorie de la sélection naturelle est dans l'impossibilité absolue d'expliquer la formation des dispositions organiques qui n'ont d'utilité que grâce à un minimum de développement ou de complexité.*

L'existence de dispositions organiques qui ne sont avantageuses à l'organisme qui les possède qu'à la condition d'être assez développées et de présenter une certaine complexité de parties *coadaptées* n'est mise en doute par personne. Les darwinistes sont les premiers à l'admettre.

Or, de telles dispositions constituent pour eux un problème insoluble. Demandons-leur, en effet, si les premières petites variations qui ont été avantagées dans la lutte pour la vie jouissaient déjà d'un développement et d'une complexité suffisant à les rendre utiles.

S'ils répondent non, ils se mettent en contradiction avec eux-mêmes. Comment une variation inutile pourrait-elle donner prise à la sélection ?

S'ils répondent oui, prions-les de nous dire d'où vient ce minimum de développement et de complexité. D'après leurs principes, une seule solution est possible : de la sélection naturelle. Et les voilà au rouet : pas de sélection possible sans développement et sans complexité préalables ; pas de développement ni de complexité sans sélection préalable. Nous tournons dans un cercle parfait.

On a donné diverses formes à cet argument fondamental. Vu sa grande importance, il sera peut-être utile d'en passer quelques-unes en revue, en les appuyant de quelques exemples concrets.

Supposons, pour reprendre un raisonnement de Boveri, qu'il s'agisse d'expliquer l'origine de l'appareil à venin d'une vipère.

Cet appareil comprend comme éléments essentiels, de chaque côté de la mâchoire supérieure, une glande chargée de sécréter le venin et une dent en forme de crochet creux disposée de telle sorte que son ouverture basale soit en continuité avec le conduit glandulaire. Tout le venin est ainsi forcé de passer dans le canal intradentaire, et l'ensemble fonctionne comme une véritable seringue à injection.

« Vouloir, dit Boveri, qu'une telle disposition se soit formée par des séries de petites variations, semble absurde. Réfléchissons seulement à la transformation de la dent. Elle aurait dû se faire de la manière suivante : l'ébauche dentaire avait primitivement une section à peu près circulaire ; la première modification a dû être une légère incurvation à la partie antérieure de cette même ébauche. On ne voit pas qu'il puisse résulter de cette disposition initiale un avantage tel que les individus qui, par hasard, en ont été affectés aient dû seuls survivre dans la lutte pour la vie. Il faudrait en dire à peu près autant pour toutes les étapes successivement parcourues par le crochet dans le cours de son évolution (1). »

La transformation de la dent ne s'explique donc pas par la sélection naturelle. Celle de la glande, pas davantage. De quelle utilité serait une glande à venin qui n'aurait pas de conduit d'excrétion, ou une ébauche de glande à venin ? L'origine des parties isolées ne se comprend donc pas. A plus forte raison leur évolution concordante coadaptée ne peut-elle pas être l'œuvre du hasard.

Comme le font justement remarquer MM. Delage et Goldsmith : « il n'y a aucune raison de supposer que la variation accidentelle et peu importante soit toujours accompagnée d'autres variations qui la rendent utile (2) ».

Nul exemple peut-être n'est plus apte à mettre la même objection en saillie comme celui du mimétisme.

On désigne, comme on sait, de ce nom les ressemblances que présentent certains animaux, au point de vue de la coloration ou de l'aspect général, soit avec d'autres animaux appartenant à des groupes différents.

(1) *Op. cit.*, p. 25.

(2) Yves Delage et M. Goldsmith, *Les théories de l'Évolution*, p. 77. Paris, Flammarion, 1909.

soit avec des végétaux, soit avec des objets inanimés. Ces ressemblances vont depuis la simple homochromie jusqu'à des imitations tellement fidèles qu'il faut regarder assez attentivement pour ne pas prendre un insecte pour une brindille de bois ou une feuille, un crabe pour une partie du sol rocailleux sur lequel il vit.

Que le mimétisme puisse avoir son utilité pour l'animal qui en est affecté, la chose est incontestable. Les expériences de Cesnola sur les Mantes prouvent que la simple homochromie joue un rôle de protection très efficace chez ces insectes. Les individus de couleur brune sont beaucoup plus facilement vus par les oiseaux et détruits par eux, lorsqu'ils sont placés sur des herbes vertes, que lorsqu'ils se trouvent sur un fond homochrome.

D'autre part, attribuer au simple hasard, comme le fait M. Cuénot (1) après Eimer, l'étonnante similitude de forme d'un *Kallima* avec une feuille, ou d'un *Mymeciton pulex* (coléoptère) avec *Eciton praedator* (fourmi), chez lequel il est commensal, est une légèreté.

Si l'on venait nous dire que cinquante musiciens, improvisant chacun de leur côté leur partie, se trouvent avoir exécuté sans entente préalable une admirable symphonie, nous hausserions les épaules. La chose ne serait pourtant pas plus extraordinaire que cette entente « fortuite » de millions de cellules qui chez deux êtres très différents produiraient deux types étroitement semblables.

Les darwinistes ont bien compris que le simple hasard n'explique pas les faits de mimétisme : ils ont essayé alors de l'interpréter par la sélection naturelle. La ressemblance protectrice aurait été acquise peu à peu dans le cours des siècles, par suite de son utilité, les individus mieux protégés survivant seuls. Weis-

(1) L. Cuénot, *Les couleurs protectrices chez les animaux*, (REVUE DES IDÉES, 15 avril 1909, p. 298).

mann et Plate sont même convaincus que le mimétisme suffirait à lui seul à prouver la vérité de la théorie sélectionniste.

Il est facile de voir qu'il n'en est rien et qu'au contraire, comme Piepers l'a excellemment montré, le mimétisme fournit une redoutable objection contre le système en faveur duquel on voudrait l'invoquer.

Remontons par la pensée à l'époque où les ancêtres des *Kallima*, par exemple, ne ressemblaient encore nullement à une feuille. Qu'ont pu être les premières modifications fortuites dans le sens d'une imitation du végétal ? Un léger changement de teinte, une tache sur une aile, imitant « un point » d'une nervure. Mais, que l'on y songe : *ce détail insignifiant n'a absolument aucune valeur protectrice*, parce que l'insecte qui a ce point foncé sur l'aile ne ressemble pas plus à une feuille que ses congénères qui en sont privés, etc. Plate croit répondre suffisamment à cette objection en admettant que chez certains individus la variation s'est faite dans le sens de la couleur, chez d'autres dans celui de la forme, etc., et que la panmixie et le hasard des croisements ont peu à peu amené le type en question à un mimétisme entièrement protecteur (1). Tout le monde voit que l'objection conserve sa force pour chacune des séries qui, d'après Plate, auraient dû varier de manière à imiter le modèle en question. Les petites variations ne peuvent pas être sélectionnées parce qu'elles n'ont absolument aucune utilité.

Deuxième objection. *La survivance du plus apte n'est pas démontrée.*

Darwin considère comme prouvé que l'avantage possédé par un individu sur ses concurrents dans la lutte

(1) L. Plate, *Selectionsprinzip und Probleme der Artbildung, ein Handbuch des Darwinismus*, 3e Auflage, p. 142. Leipzig, Engelmann, 1908.

pour la vie est le principal déterminant de sa survivance. Tout son système repose sur cette supposition.

Qu'adviendrait-il de la théorie si, par hasard, ce fondement était ruineux ? Or, un peu de réflexion suffit pour constater que rien n'est moins évident que ce « premier principe ».

« Lorsqu'une grande baleine, écrit Kellog (1), ouvre la bouche au milieu de myriades de petits copépodes flottant dans les eaux des mers aléoutiennes, qu'est-ce qui décide quels sont les copépodes qui disparaîtront à jamais ? C'est surtout, nous pouvons le dire, le hasard de la situation. Qu'ils aient la taille un peu plus grande ou un peu plus petite, qu'ils soient un peu plus ou un peu moins vigoureux, qu'ils soient un peu plus rouges, un peu plus jaunes ou un peu plus excitables, qu'ils possèdent tel ou tel trait de structure ou de fonction, tout cela ne pèse que peu lorsque l'eau se précipite dans la gueule béante. »

Ce que Kellog dit des adultes est encore plus vrai des œufs et des larves qui périssent en quantités innombrables sous l'action des facteurs naturels : « Qu'est-ce qui décide de leur vie ou de leur mort, demande M. Delage (2). Ce ne sont pas leurs caractères individuels, mais des conditions indépendantes de ces caractères. C'est généralement grâce au hasard qu'ils ne sont pas dévorés par un autre animal, qu'ils sont plus ou moins bien abrités par des objets environnants, plus ou moins visibles, etc ; il s'agit donc des conditions qui ne dépendent nullement des particularités de chaque œuf particulier. »

Ce raisonnement semble juste et l'on se demande comment Darwin a pu être suggestionné à ce point par son idée de la lutte pour la vie qu'il n'ait pas vu

(1) Kellog, *Darwinism to-day*, pp. 80 et 81, cité d'après l'ouvrage de Delage et Goldsmith, p. 55.

(2) *Op. cit.*, p. 54.

que son argumentation reposait en grande partie sur un faux supposé.

Telle est du moins l'opinion que Piepers exprime en termes très énergiques : « Comment cette théorie (celle de Darwin) pourrait-elle être autre chose qu'une erreur puisqu'elle n'est pas basée sur des faits, mais sur une pure pensée, sur une imagination qui, toutes les fois qu'on la soumet à un examen rigoureux, est en contradiction avec la réalité ? La théorie de la sélection est basée sur la supposition de la lutte pour la vie, *diese ist jedoch kein Factum sondern eine Phantasie* (1). »

Troisième objection. *Le darwinisme est en désaccord avec les données de la paléontologie.*

Si la paléontologie fournit au transformisme quelques-unes de ses meilleures preuves, elle se montre rebelle quand on lui demande d'appuyer certaines théories transformistes, le darwinisme notamment. Elle est en désaccord avec lui sur deux points principaux.

D'après Darwin, la variation a dû se faire dans toutes les directions et au hasard. Or, plus on avance dans la difficile lecture des archives paléontologiques, plus il semble évident que, pour chaque groupe d'organismes, l'évolution a suivi des lignes bien déterminées, qu'il y a eu *orthogenèse*, pour se servir de l'expression technique. « Le développement de certains organes, dit fort exactement M. Delage, suit une marche bien définie, indépendante des services qu'ils peuvent rendre ; dans certains cas même, on voit un organe, utile à un certain moment de son évolution, arriver, en continuant à se développer dans la même direction, à être nuisible et à conduire l'espèce à sa perte au lieu de

(1) M. G. Piepers, *Mimicry, Selektion, Darwinismus*, p. 359. Leiden, Brill, 1903.

contribuer à sa prospérité (1). » On sait que le développement de certains organes : bois de dimensions exagérées, défenses démesurément longues et recourbées, ont amené la disparition de certaines espèces d'élans et de mammouths.

On s'explique difficilement dans l'hypothèse darwinienne un autre fait dont la réalité ne peut pas être mise en doute. Souvent c'est au moment où une famille est le plus richement représentée en espèces et en individus qu'elle disparaît soudainement. Aussi, comme le fait remarquer M. Depéret dans son livre si suggestif sur les transformations du règne animal, « beaucoup de paléontologistes, frappés à juste titre par les faits inexplicables d'extinction brusque de groupes entiers comme les Trilobites, les Ammonites, les Dinosauriens, etc., et par la marche constante des rameaux phylétiques vers une spécialisation intensive et souvent exagérée, voudront sans doute ajouter à ces causes plutôt extérieures de variation (action du milieu amenant des réactions de l'organisme) *une autre force inconnue d'ordre plutôt intérieur*, qui limite la variation des groupes, comme si chacun d'eux ne possédait dès son origine qu'une certaine quantité de sève dont l'épuisement se produit plus ou moins vite et entraîne l'extinction fatale du rameau (2) ».

« Une force inconnue d'ordre plutôt intérieur », voilà qui sonne bien mal aux oreilles du darwiniste orthodoxe ! La paléontologie s'oriente, en fait, nous le dirons plus loin, principalement vers le lamarckisme : elle n'est point satisfaite de la théorie de la sélection.

Le second ordre de faits où l'insuffisance du darwinisme éclate est relatif à la permanence parfois très prolongée de certaines formes organiques.

(1) *Op. cit.*, p. 305.

(2) C. Depéret, *Les transformations du monde animal*, p. 274. Paris, Flammarion, 1907.

Que veut la théorie ? Puisque des changements dans le milieu entraînent *fatalement* une modification corrélative des organismes, jamais une forme donnée ne devrait rester semblable à elle-même dans des milieux fort différents. Or, ce qui du point de vue darwiniste est une impossibilité, est en fait réalisé. Il n'est pas rare de trouver des formes organiques qui traversent sans éprouver de modifications appréciables de très longues périodes géologiques. Certains brachiopodes de l'époque primaire se trouvent encore dans notre faune marine, et les espèces actuelles déjà représentées dans le tertiaire ne sont pas rares. D'autre part, ce ne sont pas les changements dans les conditions de milieu qui ont manqué. On reconnaît qu'ils ont été assez profonds pour déterminer la transformation d'un grand nombre d'autres espèces ! La variabilité des formes organiques n'est donc pas indéfinie, comme le suppose Darwin. L'évolution obéit à d'autres lois qu'aux aveugles changements de milieu. La force inconnue « d'ordre intérieur » qui peut déterminer la transformation d'une espèce peut, lorsque celle-ci est arrivée au terme de son évolution, en maintenir la fixité, absolument comme le principe intérieur qui dirige l'évolution ontogénétique de l'individu peut, quand celui-ci est adulte, lui conserver, pendant un temps plus ou moins long, une organisation fixe.

On comprend dès lors pourquoi Piepers pouvait sans injustice formuler, dès 1903, le jugement suivant par lequel nous terminerons ce sommaire exposé des critiques faites au darwinisme :

« Celui qui juge de la valeur scientifique par les mêmes principes que moi ne peut en attribuer aucune aujourd'hui à la théorie de Darwin (1). »

(1) *Op. cit.*, p. 393.

C'est ce que Driesch disait un an avant : « Pour les gens éclairés, le darwinisme est mort, depuis longtemps (1). »

IV. — LE NÉODARWINISME

Jusqu'ici nous avons envisagé la théorie de la sélection naturelle exclusivement sous la forme que lui a donnée son auteur. L'idée centrale du système, à savoir l'adaptation *après coup*, passive, résultat du seul hasard, a été reprise dans la suite et elle a servi de noyau à plusieurs autres théories transformistes, groupées sous le nom assez ambigu de *néodarwinisme*.

Nous nous occuperons seulement des deux principales : le sélectionnisme germinal de Weismann et le mutationnisme de de Vries.

A) *Le sélectionnisme germinal*

On l'a dit : Weismann est plus darwiniste que Darwin. Si l'on fait de darwinisme un synonyme de sélectionnisme, le mot est juste. Weismann purifie, en effet, la théorie de tout alliage lamarckien et rejette soit l'hérédité des caractères acquis, soit le rôle de l'usage et du non-usage comme facteurs de variation. La sélection est, pour lui, « toute-puissante » ; d'elle seule relève la transformation des espèces.

Pour comprendre la manière spéciale dont il l'entend, il faut se rappeler sa théorie générale des déterminants.

D'après lui, les cellules sexuelles contiennent en puissance, sous forme d'éléments figurés, tous les caractères de l'individu auxquels elles donneront naissance. S'il se produit une variation dans un caractère particu-

(1) Biologisches Centralblatt, 15 mai 1902.

lier X, c'est qu'un de ses déterminants a, je suppose, a été avantagé dans la lutte qu'il livrait aux autres déterminants b, c, d, à l'intérieur d'une des cellules sexuelles productrices de l'individu considéré.

Cette première variation donnée, le déterminant avantagé une première fois est plus fort, il se nourrit mieux ; il a donc plus de chances, une seconde fois, d'évincer ses concurrents. A la seconde génération, le caractère X présentera une variation un peu plus accentuée dans la même direction, et ainsi de suite. Quand le caractère nouveau, soit X_1, est assez développé pour donner prise à la sélection naturelle dans la lutte entre les adultes, il est conservé, s'il est utile ; éliminé, au contraire, s'il est nuisible ou simplement indifférent.

Dans cette ingénieuse théorie, la sélection se fait donc à deux degrés. Il y a d'abord lutte entre les déterminants, puis entre les individus. On le voit, Weismann essaye de tourner ainsi la difficulté qui arrête le darwiniste, lorsqu'il cherche à expliquer la sélection de variations trop faibles pour être déjà utiles ou nuisibles à l'individu.

Le malheur est que le système des déterminants est entièrement arbitraire. Weismann croit solutionner les questions les plus ardues de la biologie en remplaçant par des particules matérielles observables les caractères abstraits des individus ; mais, dès qu'il s'agit d'expliquer le jeu harmonique de ces déterminants, le mécanicisme se trouve dans le plus grand embarras, comme l'a fait remarquer M. le professeur Grégoire (1). Weismann est forcé de recourir à des forces directrices, coordinatrices, qui n'ont pas leur siège dans les corpuscules eux-mêmes et qui reposent sur les *propriétés*

(1) Chan. V. Grégoire, *Le matérialisme contemporain et le problème de la vie*, p. 20, 1908.

vitales, les *affinités vitales* de l'organisme. Si l'évolution de l'individu ne peut pas s'expliquer sans ces forces internes, qui sont, comme le dit encore M. Grégoire, « la monnaie du principe vital », l'évolution de l'espèce est dans le même cas.

Weismann n'a fait que reculer la difficulté ; il ne l'a nullement résolue.

Toute variation finalement utile à l'individu suppose, en effet, que plusieurs caractères élémentaires ont varié d'une manière concordante ; il faut donc que les déterminants qui les représentent aient varié, eux aussi, harmoniquement. Mais comment expliquer cette variation harmonique de milliers de déterminants qui doivent concourir à la formation d'un seul organe ?

Notre première objection contre le darwinisme vaut donc contre le sélectionnisme germinal. La seconde et la troisième l'atteignent également.

Les preuves toutes récentes que le célèbre professeur de Fribourg-en-Brisgau vient de proposer comme démontrant avec évidence sa théorie de la sélection, ne nous semblent pas apporter un document nouveau dans la discussion (1).

B) *Le mutationnisme de de Vries*

Pour ceux qui connaissent les polémiques échangées entre Weismann et de Vries, peut-être semblera-t-il quelque peu étrange de trouver ces deux auteurs réunis sous la rubrique commune de néodarwinistes. Weismann n'admet que la variation lente, de Vries soutient que seule la variation brusque ou mutation peut donner naissance à de nouvelles espèces. L'opposition paraît radicale.

Tous deux néanmoins tombent d'accord sur un point

(1) A. Weismann, *Die Selektionstheorie, Eine Untersuchung*. Iéna, Fischer, 1909.

essentiel. Ils admettent l'un et l'autre que l'adaptation est passive et qu'elle est le résultat de la sélection naturelle, cette dernière éliminant pour Weismann les variations défavorables, pour de Vries les « mutants » non adaptés.

Dire que l'adaptation est purement passive ou indirecte revient à soutenir, pour parler franc, que l'adaptation est une illusion.

Ce mot est de M. le professeur Cuénot, qui a donné, en la modifiant légèrement, une expression remarquablement claire à la théorie de de Vries. C'est à lui en grande partie que nous emprunterons l'exposé très succinct de cette nouvelle doctrine (1).

On connaît le point de départ. De Vries était depuis longtemps à la recherche d'une espèce végétale lui permettant d'étudier expérimentalement la variation, lorsqu'en 1886 il trouve par hasard à Hilversum, près d'Amsterdam, au milieu d'un grand nombre de pieds d'*Oenothera lamarckiana*, quelques individus présentant des caractères assez nettement distincts du type. Ces formes se sont maintenues constantes depuis lors. Ce qu'avait soupçonné de Vries, dès le début, s'est de plus vérifié : ces formes aberrantes stables, constituant des *espèces élémentaires*, dérivent d'*Oenothera lamarckiana* et, ce qui est particulièrement intéressant, elles en dérivent par variation brusque. Les *Oenothera* transplantés au jardin botanique d'Amsterdam ont dans les années suivantes donné un certain nombre d'espèces élémentaires nouvelles qui toutes se sont montrées, dès leur apparition, parfaitement fixes.

On voit tout le parti que l'on peut tirer de ce fait

(1) L. Cuénot, *Les idées nouvelles sur l'origine des espèces par mutation* (Revue générale des Sciences, 1908, pp. 860-871). — *Le peuplement des places vides dans la nature et l'origine des adaptations* (même Revue, 1909, pp. 8-14).

pour l'explication de l'origine des espèces. Bon nombre des difficultés accumulées contre la variation lente tombent, si des variations brusques ont pu se produire aux diverses époques géologiques. Il suffit de montrer comment les petites espèces, ou espèces élémentaires, grâce à la ségrégation physiologique opérée de diverses manières, ont pu devenir des espèces parfaitement isolées.

Voici comment M. Cuénot conçoit cette genèse d'une nouvelle espèce : « Soit un milieu M, habité par une espèce A, et un milieu M', voisin, peu différent. L'espèce A ne peut pas vivre dans le milieu M' ou ne cherche pas à l'envahir, en raison de ses tropismes et pathies particuliers. Supposons que M' est une place vide, dépourvue de faune, ou pourvue d'une faune incapable de faire échec à une espèce du genre de A :

1. L'espèce A, au cours des âges, présente des mutations variées, résultant du plasma germinatif. Il se constitue ainsi dans l'espèce A des biotypes nouveaux qui diffèrent à divers degrés, au point de vue morphologique et physiologique, du type qui leur a donné naissance.

Une de ces formes, A', capable de vivre dans le milieu M, est également capable de vivre plus ou moins bien dans le milieu M' et, de plus, de par ses tropismes et pathies particuliers, est disposée à passer dans cette place vide... *C'est la phase de peuplement et d'isolement.*

2. Le biotype A', qui peuple maintenant le milieu M', est nécessairement et préalablement adapté à celui-ci ; mais comme ce milieu est quelque peu différent de M, le biotype en subit l'influence, et, si peu que ce soit, commence à différer somatiquement du type originel A : il devient A'' (sous-espèce ou variété, au gré des taxinomistes). Mais de plus, le changement de milieu, agissant sur le germe, peut provoquer des mutations quelconques ; si celles-ci ne sont pas adéquates au

changement de milieu, elles sont immédiatement supprimées... Si la mutation est indifférente, elle coexiste avec A''. Enfin, si la mutation est très avantageuse et constitue une meilleure adaptation, elle peut supplanter l'espèce A'', et ainsi se forme un nouveau type B, assez éloigné de l'espèce originelle A pour que les taxinomistes n'hésitent pas à le considérer comme une bonne espèce. *C'est la phase de différenciation spécifique* (1).

On ne peut méconnaître le caractère séduisant de cette nouvelle théorie très éclectique, que M. Cuénot appelle « théorie des mutations adaptées ». Elle contient même, à n'en pas douter, une grande part de vérité. Pourquoi cependant ne la faisons-nous pas nôtre ?

Nous avons pour cela de sérieuses raisons.

Les plus graves ne sont pas tirées des difficultés qui ont été opposées à la théorie de la variation brusque. Il est bien certain que les cas comparables à celui d'*Oenothera* sont assez rares. De plus, on se demande si cette espèce n'est pas elle-même le résultat d'une poly-hybridation dans le passé : les mutants qui apparaissent périodiquement actuellement ne seraient que les types anciens autrefois croisés entre eux. On sait, depuis les belles découvertes de Mendel, que dans certains cas les caractères des espèces alliées ne se mêlent pas, mais réapparaissent à l'état de pureté et d'après des lois fixes, dans la descendance des hybrides.

Mais laissons ces objections de côté et admettons la réalité des mutations. C'est la théorie de l'adaptation purement passive qui nous arrête et nous empêche de nous contenter de la nouvelle théorie.

Revenons à un article déjà ancien de M. Cuénot.

(1) *Op. cit.*, pp. 13 et 14.

Nous y trouvons des déclarations antifinalistes aussi nettes que possible :

« Il y avait, écrivait-il en 1901, une tendance, vieux reste du finalisme, à considérer les espèces comme très bien adaptées au milieu où elles vivent, et l'on se demandait comment une forme nouvelle, transportée dans un nouveau milieu, pouvait s'adapter si merveilleusement à celui-ci... *A mon avis, l'adaptation de l'espèce n'est qu'une illusion.* Rien d'étonnant à ce que, dans les innombrables directions de variation, il s'en trouve de temps en temps quelqu'une qui, *par hasard*, soit adéquate aux conditions d'une place vide, et on se récrie alors sur la merveille de l'adaptation ! Pour faire comprendre ma pensée d'une façon tout à fait concrète, je dirai que ce n'est pas parce que la girafe broute des arbres qu'elle a un grand cou, mais que c'est parce qu'il lui est venu un grand cou qu'elle n'a pu faire autrement que de brouter des arbres : ce n'est pas parce que la taupe habite sous terre que son œil a dégénéré, mais c'est parce que son œil a dégénéré qu'elle a été contrainte d'adopter la vie obscuricole (1). »

On est fâché de devoir contredire le distingué professeur de Nancy. Mais, sur ce point capital, les faits lui donnent tort. Non, l'adaptation active de l'espèce n'est pas une illusion, elle est une réalité. L'étude du mouvement néolamarckiste va nous en convaincre.

V. — PROGRÈS DU NÉOLAMARCKISME ET DÉCLIN DU DARWINISME

Tandis qu'un certain nombre de biologistes perdaient leur temps et leur peine à restaurer par de

(1) L. Cuénot, *L'Évolution des théories transformistes* (REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, 30 mars 1901).

continuelles retouches les constructions branlantes du darwinisme, d'autres, plus hardis, ont abandonné la vieille maison et entrepris de bâtir à neuf sur de nouvelles bases.

L'étude plus objective des faits, en les éloignant de Darwin, les a approchés de Lamarck. Leur doctrine que l'on désigne du nom assez vague de « néolamarckisme » est, à vrai dire, passablement disparate. Il est malaisé d'en donner un aperçu d'ensemble. Nous essaierons néanmoins de marquer d'abord quelques points sur lesquels tous les néolamarckistes s'accordent. Il nous restera ensuite à dire ce qui sépare les deux grandes fractions de cette école : les néolamarckistes antifinalistes et les néolamarckistes finalistes.

A) *Les principes généraux du néolamarckisme*

Sur deux points essentiels tous les néolamarckistes sont unanimes : les caractères acquis sont héréditaires et la sélection naturelle n'est pas le facteur principal de l'évolution. Ils sont donc aux antipodes des néodarwinistes et plus loin d'eux que de Darwin.

Il ne peut s'agir de traiter ici même très brièvement le premier de ces problèmes : il est devenu, disent avec raison MM. Delage et Goldsmith, « le point capital, la question la plus brûlante du transformisme ». Nous énoncerons simplement des conclusions en les appuyant de quelques exemples.

On doit accorder aux néodarwinistes que les caractères ayant pour origine des traumatismes ne sont pas héréditaires. Les quelques faits qui paraissent parler dans un autre sens ont reçu des interprétations plausibles du point de vue de la non-hérédité.

Mais les observations et les expériences en faveur de la transmissibilité des modifications provoquées par une action lente du milieu sont trop nombreuses et

trop concordantes pour que l'on puisse mettre en doute leur valeur probante.

Quelle autre explication pourrait-on proposer, par exemple, pour les faits suivants ?

Hansen, en cultivant des saccharomycètes à des températures anormales, a obtenu des races spéciales se reproduisant sans spores. Cultivées à d'autres températures, ces races se sont montrées constantes pendant des centaines de générations. Des résultats de même ordre ont été obtenus par Ray sur l'*Aspergillus albus* et par Hunge sur l'*Aspergillus niger*.

Chez les végétaux supérieurs, même aptitude à transmettre des caractères acquis sous l'influence du milieu. Un botaniste viennois, R. von Wettstein, a comparé la vitesse de développement du lin dans diverses contrées et il a remarqué que cette plante accomplit son évolution d'autant plus rapidement qu'elle pousse dans une région où la saison utilisable pour la végétation est plus courte. Or, des graines transportées d'une région où cette saison est de durée plus réduite dans une autre où elle est plus longue, donnent naissance à des plantes à développement rapide. Le caractère régional acquis se conserve au moins pendant quelques années.

On connaît les expériences de Standfuss sur les chrysalides de *Vanessa urticæ*, celles de Fischer sur *Arctia Caja*, celles de Schröder sur *Abraxas grossulariata*, etc. Chez ces *Lépidoptères* certains caractères, entre autres une tendance prononcée vers le mélanisme, se sont montrés transmissibles par hérédité.

On considère encore comme particulièrement démonstrative la preuve donnée par Kammerer de l'hérédité d'une variation acquise dans le mode de reproduction chez deux salamandres, *Salamandra maculosa* et *Salamandra atra*. La première est la forme vulgaire, la seconde une forme alpine. Elles diffèrent l'une de l'autre par leur mode de reproduction qui est adapté à

leurs habitats respectifs. Or, un traitement approprié peut amener *Salamandra maculosa* à adopter le mode de reproduction de *Salamandra atra* et réciproquement. La modification acquise devient héréditaire.

Inutile de multiplier les exemples. Ceux que nous venons de citer suffisent pour donner une idée des arguments que font valoir les néolamarckistes contre les néodarwinistes sur ce point d'importance capitale (1).

La seconde question qui met en conflit ces deux groupes de biologistes est la manière dont se fait l'adaptation. Il s'agit de savoir si elle est active et directe ou passive et indirecte. On se souvient que les néodarwinistes tiennent pour l'adaptation passive et indirecte obtenue par le jeu automatique de la sélection naturelle. Les néolamarckistes au contraire sont partisans de l'adaptation directe. Pour établir cette partie de leur thèse, ils font encore appel à l'observation et à l'expérience.

Une première preuve, qui suffirait peut-être à elle seule, jaillit de ce fait que l'ensemble de la flore d'une région déterminée présente quelquefois des caractères communs à un grand nombre d'espèces appartenant à des groupes fort éloignés du point de vue de la systé-

(1) MM. Delage et Goldsmith attribuent une signification toute spéciale, du point de vue qui nous occupe, aux expériences de Cunningham sur les Pleuronectes. Un certain nombre d'individus jeunes appartenant à ce groupe de poissons plats sont mis dans un aquarium disposé de telle sorte que la lumière y arrive par la face inférieure. Les conditions sont ainsi à l'inverse de celles de la nature. Au fond de la mer, ces poissons asymétriques couchés sur leur côté gauche présentent le côté droit à la lumière. Dans l'expérience en question, le côté gauche est éclairé, le côté droit est à l'obscurité. Or, chez les individus soumis à ce traitement, le côté gauche est resté incolore comme il l'est normalement chez ces poissons. L'action de la lumière n'a fait apparaître aucun pigment. Cunningham en conclut que le caractère de dépigmentation du côté gauche est devenu héréditaire.

La démonstration est parfaite ; mais... à une condition, c'est qu'il soit établi que l'absence de pigment n'était pas primitive et qu'elle a été acquise dans la suite des temps. De ce point important, il n'est donné aucune preuve.

matique. On parle, et avec raison, d'une flore alpine, désertique, boréale, méditerranéenne, etc. N'est-il pas bien invraisemblable, pour ne rien dire de plus, que des variations *fortuites* aient amené les correspondances de forme que rappellent ces désignations générales ?

Il en va tout autrement, si l'on suppose que l'adaptation est directe. A des conditions de milieu semblables correspondent, chez les organismes qui y sont soumis, des modifications de même ordre.

L'argument devient encore plus probant lorsque, comme le fait von Wettstein, on le complète par la remarque suivante. Souvent, à la limite de deux zones voisines, on trouve des biotypes intermédiaires qui relient entre elles les espèces caractéristiques des deux territoires en question.

Supposons, par exemple, une première zone occupant une série de vallées et une deuxième formée d'îlots discontinus, mais tous situés à peu près à une même altitude sur le flanc des montagnes avoisinantes. En montant vers un des sommets, on constatera que les espèces de la vallée sont progressivement remplacées par des types assez semblables *(espèces vicaires)* jusqu'à ce que l'on soit arrivé à trouver les formes correspondantes de la zone. Que l'on fasse, en partant d'un autre point de la vallée, l'ascension d'une autre montagne, on retrouvera exactement *la même suite de formes.*

L'hypothèse de la sélection naturelle est impuissante à rendre compte de cette exacte correspondance. Comment admettre, en effet, que dans des endroits assez éloignés de nombreux individus aient tous fortuitement varié *de la même manière ?*

L'expérience est venue d'ailleurs confirmer les données de l'observation, et les faits nombreux déjà que l'on peut grouper sous la rubrique *transformisme expé-*

rimental parlent nettement en faveur de l'adaptation directe.

Dans un texte cité plus haut, M. Cuénot nous disait que si la taupe habite des galeries sans lumière, c'est que probablement une régression fortuite des yeux a permis à ses ancêtres de s'accommoder à une vie obscuricole. Comment cette manière de voir peut-elle s'accorder avec les faits signalés par Packard dans ses études sur les Protées cavernicoles ? Ce biologiste a observé que ces animaux, complètement décolorés quand ils vivent à l'obscurité, se pigmentent de nouveau à la lumière. Des *Gammarus* privés d'yeux, dans les galeries souterraines où ils vivent normalement, ont retrouvé ces organes quand ils ont été élevés au grand jour.

Les travaux de Mahen sur les végétaux des cavernes ont fourni des résultats de même ordre. Pour la flore comme pour la faune, il y a adaptation directe et non pas adaptation indirecte par élimination des individus fortuitement non adaptés.

Une récente et très intéressante observation, citée par M. Cuénot lui-même dans le travail auquel nous avons fait allusion, est encore plus concluante, si c'est possible. Douglas avait déterminé, il y a une vingtaine d'années, une cochenille qui vit sur le *Robinia pseudo-acacia* et en avait fait une espèce nouvelle, le *Lecanium Robiniarum*. Or, Marchal ayant contaminé un *Robinia* avec de vulgaires *Lecanium Corni*, qui vivent sur le pêcher, les insectes adultes ont présenté la coloration, la taille et le facies du *Lecanium Robiniarum*.

La seule interprétation naturelle de ce fait n'est-elle pas qu'il y a eu transformation du *Lecanium Corni* en une forme nouvelle, par adaptation à un nouvel habitat ?

B) *Le néolamarckisme antifinaliste*

Demander à des biologistes élevés dans les idées darwiniennes de renoncer à voir dans la sélection naturelle le principal facteur de l'évolution, c'était déjà beaucoup ; exiger d'eux qu'ils aillent encore un peu plus loin et qu'ils avouent que toute interprétation antifinaliste de l'évolution est impossible, c'était trop. Peu nombreux ont été ceux qui ont eu le courage d'abandonner complètement cette théorie si chère d'une transformation des organismes s'effectuant sans plan préconçu, sans principes directeurs internes, d'une manière fatale et mécanique.

Il était donc dans la logique des sentiments, sinon dans celle des idées, que le retour aux théories de Lamarck se fît pour ainsi dire en deux temps. On admit d'abord l'adaptation directe, en essayant de l'expliquer d'une manière antifinaliste, c'était le premier temps. Bon nombre de néolamarckistes se sont arrêtés là. Nous verrons que, depuis quelques années, certains biologistes ont fait un pas de plus et ont franchement abandonné, et la sélection naturelle et l'antifinalisme de Darwin. Seuls ces derniers, disons-le tout de suite, ont été logiques jusqu'au bout.

S'il est en effet, un système hybride et composite, c'est bien le néolamarckisme antifinaliste. Il ne nous intéresse ici que pour autant qu'il a contribué à ruiner le darwinisme pur. Qu'il suffise donc de mentionner quelques-unes de ses formes principales.

Le paléontologiste Cope peut être considéré comme le chef de l'école néolamarckiste américaine, qui compte une pléiade de biologistes de valeur. Pour lui, l'adaptation directe s'explique par ce qu'il appelle la *physiogenèse* et la *cinétogenèse*.

La physiogenèse comprend les modifications pro-

duites par le milieu sans qu'il y ait à faire intervenir comme facteur de variation l'usage et le non-usage, changements de couleur, par exemple, sous l'influence de la lumière, de la chaleur, de la nourriture etc.

La cinétogenèse explique les variations produites dans les organismes par des mouvements relationnés avec les changements de milieu et d'habitudes. Cope s'efforce de montrer que l'adaptation par cinétogenèse se fait d'une manière purement mécanique. Les organes ne se transforment pas d'eux-mêmes en vue d'une fonction à remplir, mais la fonction exercée à un moment donné transforme l'organe de manière à lui permettre d'être dans la suite mieux adapté à sa fonction.

Veut-on un exemple ? En voici un que MM. Delage et Goldsmith choisissent comme plus caractéristique. « L'articulation du pied, qui est très résistante, présente deux saillies de l'astragale, premier os du pied, entrant dans deux fossettes correspondantes du tibia, et une saillie de ce dernier os pénétrant dans une fossette de l'astragale. Cette structure n'existe encore ni chez les vertébrés inférieurs comme les reptiles, ni chez les mammifères ancêtres de chacune des grandes branches actuelles ; elle s'est formée peu à peu grâce à un certain mode de mouvement et à une certaine attitude de l'animal. Les parois externes des os étant formées de matériaux plus résistants que leur partie centrale, voici ce qui a dû se produire.

» L'astragale est plus étroit que le tibia qui repose sur lui ; aussi les parties périphériques plus résistantes du premier os se trouvaient-elles en face non des parties également résistantes du second (qui étaient en dehors d'elles), mais de ses parties relativement dépressibles ; celles-ci, soumises à cette pression, ont subi une certaine résorption de leur substance et des fossettes, correspondant aux deux bords de l'astragale, se sont formées.

C'est exactement ce qui se produirait si on disposait d'une façon analogue quelques matières inertes plus ou moins plastiques et qu'on exerçât sur elles une pression continue (1). »

Nous avons là ce que Spencer a appelé plus tard l'*adaptation fonctionnelle*. On sait que l'illustre philosophe anglais a été l'un des plus vigoureux adversaires du néodarwinisme Weismannien.

A côté de Cope et de Spencer, il convient de placer le biologiste allemand Eimer. Lui aussi soutient que l'évolution se fait suivant des lignes définies, qu'il y a *orthogenèse*, mais cette évolution s'accomplit sans aucune direction venant de l'intérieur, elle résulte uniquement de l'action directe du milieu.

« Les causes de l'évolution dirigée dans un sens déterminé sont contenues, à mon sens, dit-il, dans les effets produits par les circonstances et influences extérieures, telles que le climat et la nourriture, sur la constitution de l'organisme considéré. » Si le développement ne peut avoir lieu que dans un petit nombre de directions, c'est « parce que la constitution, la composition matérielle du corps détermine nécessairement ces directions et empêche les modifications dans tous les sens » (2).

On trouverait des déclarations analogues chez deux autres éminents biologistes allemands contemporains qui allient eux aussi lamarckisme et antifinalisme, Kassowitz et von Wettstein. Le premier a fort malmené le darwinisme dans le second volume de sa *Biologie générale*, paru en 1898.

Von Wettstein se distingue par un éclectisme prudent. Il demande surtout que l'on veuille bien faire une place, à côté de la sélection naturelle, aux facteurs

(1) *Op. cit.*, p. 260.
(2) *Ibid.*, p. 308.

lamarckiens. Il est ainsi plutôt contre les néodarwinistes, partisans d'un sélectionnisme exclusif, que contre les darwinistes modérés. Ses recherches personnelles auxquelles il a déjà été fait allusion dans ce travail ont fait faire un grand pas à nos connaissances sur l'hérédité des modifications acquises et sur la question de l'adaptation directe.

Lotzy, professeur de Botanique à l'Université de Leyde, à qui nous devons de précieuses leçons sur le transformisme, se rallie personnellement aux vues de von Wettstein, en accentuant cependant les concessions faites aux darwinistes.

Tout le néolamarckisme français est également antifinaliste. Alfred Giard, par exemple, qui unissait dans un même culte d'admiration Lamarck et Darwin, est resté jusqu'à la fin, nous l'avons dit, adversaire irréconciliable du finalisme. Pareille a été l'attitude de son élève, Le Dantec. Malheureusement, chez ce dernier une invincible propension aux théories les plus arbitraires gâte ce qu'il pourrait y avoir d'utilisable dans son système (1).

M. Yves Delage publiait en 1895 le première édition d'un grand ouvrage où, après avoir critiqué les principales théories de l'évolution, il proposait sous le nom de « théorie des causes actuelles » son propre système, mélange assez hétérogène des idées de Darwin, de Lamarck, d'Eimer, etc. La synthèse était franchement mécaniciste et antifinaliste.

(1) Si l'on veut savoir comment M. Le Dantec est jugé par ses voisins en Sorbonne, voici quelques lignes, signées par M. Delage, qui en disent long : « En lisant les ouvrages de Le Dantec, on est séduit par ses vastes généralisations, ses aperçus nouveaux, ses conceptions souvent audacieuses, mais cette première impression passée, on s'aperçoit que la question n'a pas fait un pas. Toutes ces discussions nous apparaissent alors comme une sorte de gymnastique intellectuelle, une manière scholastique *(sic)* de jongler avec les difficultés. Nous voyons les choses présentées sous un jour inattendu, de manière à frapper l'esprit, mais cela ne suffit pas pour fournir la solution des questions posées. » *Op. cit.*, p. 278.

Est-ce simplement par modestie que le même auteur, dans le petit ouvrage qu'il vient de publier en collaboration avec M. Goldsmith, ne cite même pas, pour la mettre en discussion, la fameuse « théorie des causes actuelles » ? S'il s'est rendu compte que son explication de l'adaptation est entièrement insuffisante, cela fait honneur à sa perspicacité. Mais alors pourquoi ne pas le reconnaître simplement ?

Il est vrai que nous trouvons dans ce dernier ouvrage deux aveux d'une importance capitale et qui réunis équivalent peut-être à une condamnation de tous les systèmes transformistes antifinalistes.

Le premier concerne le darwinisme :

« Les critiques adressées à l'idée de la sélection naturelle agissant sur les petites variations individuelles et amenant, sans le secours d'aucun autre facteur, toute l'évolution phylogénétique sont si sérieuses et basées sur des preuves si irrécusables qu'il est impossible désormais de lui reconnaître ce rôle exclusif. Elle peut incontestablement éliminer les variations nuisibles, surtout si elles sont très accentuées, mais on s'accorde de plus en plus à reconnaître qu'elle ne peut faire développer les variations utiles (1). »

Le second a trait au lamarckisme antifinaliste, et donc aux propres idées de l'auteur :

« On ne perçoit pas encore nettement (? !) comment un facteur tel que le climat, la température, l'alimentation, etc.,..., pourrait produire, en agissant sur un animal ou une plante, des modifications telles qu'elles lui facilitent l'existence dans les conditions données... Pourquoi, dans l'histoire de la vie des êtres, certaines formes, certains caractères suivent-ils une direction déterminée, se succédant, dans la branche qui évolue,

(1) *Op. cit.*, p. 338.

sans retour en arrière ? *Aucune réponse satisfaisante n'a été fournie à cette question* (1). »

Devant le piteux échec des théories antifinalistes dans l'explication de l'adaptation, on pourrait demander à M. Delage de vouloir bien examiner si les doctrines finalistes ne résoudraient pas l'énigme d'une manière plus satisfaisante.

Il se détourne dédaigneusement : « La tendance évolutive interne ou toute une autre *(sic !)* explication verbale de ce genre étant manifestement insuffisante, nous devons avouer que la question reste ouverte (2). »

Les néolamarckistes finalistes, en tout cas, n'acceptent pas cette condamnation sommaire. Il nous reste à dire comment ils solutionnent le problème de l'évolution.

C) *Néolamarckisme finaliste et vitaliste*

On sait quelle bataille se sont livrée mécanicistes et vitalistes depuis une vingtaine d'années. La lutte a porté sur toutes les questions de biologie générale ; celle de l'évolution était par là au premier rang.

Du côté des mécanicistes se rangeaient tous les darwinistes et les néolamarckistes antifinalistes, ceux dont nous avons déjà parlé ; du côté des vitalistes, les néolamarckistes finalistes et quelques autres biologistes, qui, ne se réclamant pas directement de Lamarck, admettaient pourtant le fond de sa doctrine.

Pour comprendre les polémiques actuelles, il est fort important de tenir grand compte de cette division des néolamarckistes en deux groupes distincts. Unis contre les darwinistes, ils se séparent sur la question « des vraies causes de l'évolution ».

A Gustave Wolff revient l'honneur d'avoir osé, à un

(1) *Op. Cit.*, p. 342.
(2) *Ibid.*, p. 344.

moment où le darwinisme ne comptait guère que des admirateurs parmi les biologistes, soutenir qu'en dehors du finalisme il n'y avait pas d'explication possible de l'évolution et que dès lors la théorie de la sélection était scientifiquement inadmissible. Ses articles parurent en 1890 dans le Biologisches Zentralblat ; ils ont été, en 1898, réédités et complétés par leur auteur. Wolff, il est vrai, se prononce non seulement contre le darwinisme, mais aussi contre le lamarckisme. Mais le lamarckisme qu'il critique est antifinaliste. Peut-être Wolff serait-il moins hostile à la doctrine « de l'usage et du non-usage » si elle était présentée sous sa forme vitaliste.

Il faut venir à J. Reinke pour trouver un auteur qui mette en avant, pour diriger l'adaptation des « principes internes », des « dominantes », comme il les appelle, dont le propre soit d'agir en vue d'une fin.

Malheureusement, les dominantes du Professeur de Kiel sont en somme de purs symboles, des abstractions, nullement des entités réelles, distinctes de la matière qu'elles dirigent. Quel rôle « actif » pourraient bien jouer ces dominantes ?

Durant les dix dernières années un nouveau courant s'est développé parmi les néovitalistes, celui de l'école psychobiologique.

Les partisans de cette école admettent non seulement que tout vivant a une âme, mais que cette âme est douée de facultés psychiques, d'intelligence et de volonté. Cette « psyché », que possèdent les plantes aussi bien que les animaux, est capable de juger, de vouloir et c'est en exerçant ces diverses activités qu'elle agit avec finalité.

Nous proposant de revenir dans une étude ultérieure sur le système général des psychobiologistes, il nous suffira de marquer brièvement ce qui vient directe-

ment à notre sujet actuel : le rôle qu'ils ont joué dans la réaction antidarwinienne.

A. Pauly et R. Francé peuvent être considérés comme les leaders les plus en vue du parti.

L'ouvrage dans lequel le premier a exposé ses idées a pour titre : *Darwinismus und Lamarckismus*, il date de 1905. En plus de la critique du darwinisme, on y trouve une doctrine positive assez cohérente dont les grandes lignes, au point de vue transformiste, cadrent avec le système de Lamarck.

Les psychobiologistes ne se prononcent pas pour dire si les connaissances dont jouit toute psyché sont « conscientes ». Dans plusieurs de ses ouvrages, Francé insiste sur ce point. Comme Pauly, il admet que toute finalité vitale requiert dans l'individu qui en est le sujet une intelligence au moins rudimentaire et une certaine faculté de juger, d'adapter des moyens à une fin ; mais il proteste contre ceux qui lui font dire que tous les êtres vivants sont doués de conscience.

Nous caractériserons la thèse psychobiologique, en disant qu'elle est l'exagération outrancière d'une doctrine parfaitement exacte.

Il est vrai que, sans un principe interne agissant avec finalité, sans une âme en d'autres termes, on ne peut pas plus expliquer l'adaptation des espèces — et donc l'évolution — que l'adaptation des individus. Mais est-il évident que toute âme est nécessairement douée d'intelligence, de faculté judicative, de volonté au sens propre du mot ? Nullement.

Qu'il nous suffise d'avoir énoncé cette réserve. Il n'est que juste de reconnaître que peu d'adversaires ont poussé la campagne antidarwinienne avec autant de vigueur et de succès que les psychobiologistes. On peut s'en rendre compte en lisant l'histoire du lamarckisme que nous a donnée un des adeptes de cette école, Ad. Wagner. Francé estime à une centaine le nombre

des biologistes qui sont ralliés à ses idées ou à celles de Pauly ; le chiffre est peut-être un peu exagéré, mais le mouvement est lancé et il est à prévoir qu'il s'accentuera encore dans les années qui vont suivre.

On sait que le P. Wasmann, qui s'est déclaré en faveur d'un transformisme modéré, rejette lui aussi l'antifinalisme darwinien. Ses adversaires l'accusent de conserver encore une trop grande importance à la sélection naturelle, ainsi Piepers, qui voudrait que l'on ne reconnût absolument aucun rôle efficace à la sélection dans la formation des espèces. Il ne faut pas oublier que le P. Wasmann est vitaliste, et donc qu'il admet des forces internes d'ordre psychique — si l'on entend ce mot dans son sens le plus large — qui dirigent l'évolution. La sélection naturelle n'a donc pour lui qu'une importance très secondaire (elle élimine certaines formes non adaptées), ce n'est pas elle qui rend compte de l'adaptation positive des espèces à de nouvelles conditions d'existence.

C'est dans cette voie qu'il faut s'engager, si l'on veut éviter d'une part les écueils de l'antifinalisme darwinien, d'autre part ceux du monisme psychobiologique.

Le nombre des savants qui partagent les idées du P. Wasmann en cette matière est assez restreint, il est vrai ; mais on lui oppose plutôt des vues *à priori* que des faits bien constatés. Est-il trop téméraire d'espérer qu'une fois le darwinisme abandonné, tous les biologistes ne se tourneront pas vers le néolamarckisme antifinaliste ou le monisme panpsychique et que quelques-uns, poussant l'indépendance d'esprit jusqu'au bout, viendront se ranger dans le voisinage du célèbre entomologiste luxembourgeois ? On voudrait pouvoir répondre oui.

VI. — CONCLUSIONS. — L'AVENIR DU DARWINISME

« Ce sera le mérite éternel de Darwin, qui rendra son nom à jamais immortel, disent MM. Delage et Goldsmith, d'avoir donné de l'adaptation paraissant si merveilleuse des êtres, une explication basée sur le seul jeu des forces naturelles, n'exigeant ni intervention divine, ni hypothèse finaliste ou métaphysique quelconque (1). »

Arrivé au terme de cette étude, le lecteur pèsera à son juste poids cette grandiloquente prophétie.

Peut-être pensera-t-il qu'on aurait été plus près de la vérité en pronostiquant un moins brillant avenir au darwinisme. N'entendons-nous pas déjà des voix s'élever chaque jour plus nombreuses pour le condamner? L'irréparable faute de Darwin, disent ces voix accusatrices, a été de vouloir donner une explication de l'adaptation en dehors de toute hypothèse finaliste.

Bon gré mal gré, tous les juges impartiaux en viendront à prononcer ce verdict. Est-ce à dire pour cela que dans un très prochain avenir le darwinisme aura perdu tous ses défenseurs? Non, assurément! Il apparaîtra longtemps encore à plusieurs comme l'unique soutien du mécanicisme et l'on verra, on voit déjà, comme le fait judicieusement remarquer Ad. Wagner, cette chose curieuse : le darwinisme, qui est entré à la faveur de la philosophie positiviste et mécaniciste dans le monde savant, se trouve être maintenant le plus ferme appui de cette philosophie elle-même. Ceux qui ne veulent à aucun prix abandonner le monisme matérialiste, se cramponnent désespérément au darwinisme comme à un dernier refuge et ils refusent de reconnaître qu'il est lui-même miné à fond.

(1) *Op. cit.*, p. 31.

A vrai dire pourtant la lutte pourrait bien, dans les années qui vont suivre, prendre une autre allure. On commence aujourd'hui à faire plus d'attention à une autre conception du monde, moniste elle aussi, mais vitaliste et finaliste, celle des psychobiologistes. Il est possible que, débusqués de leurs positions mécanicistes, les anciens darwinistes fassent à leur tour une savante évolution et aillent grossir les rangs de l'école qui a Pauly et Francé pour chefs, à l'heure actuelle.

Alors c'en serait fait d'une manière définitive du darwinisme. Nos seuls adversaires, à nous finalistes théistes, seraient les finalistes panthéistes admettant l'identité foncière de la matière et de l'esprit.

On a intentionnellement laissé de côté, dans la présente étude, toute discussion sur la vérité de la doctrine transformiste elle-même. En terminant, une remarque s'impose ; elle est de Wolff et nous la faisons nôtre pleinement.

« Le darwinisme, qui avait assumé la mission, d'une part de rayer la téléologie de l'ordre du jour, d'autre part de faire triompher la théorie de la descendance, est équivalemment ruiné : ses œuvres néanmoins restent debout. On abandonne la sélection naturelle sans prendre garde qu'il faudrait abandonner aussi ce qui ne reposait que sur elle. On renonce au darwinisme, mais non pas au transformisme que seul il a fait adopter. On voit l'erreur, mais on vit encore de son action. La première question que l'on doit se poser, une fois le darwinisme abandonné, ne doit pas être : quel est le facteur qui a déterminé la variation des espèces ? mais bien cette autre : est-ce que, la théorie de la sélection rejetée, le transformisme est encore admissible ? Cette question-là n'est jamais posée, ou plutôt on suppose que la réponse affirmative va d'elle-même. Cela revient à dire que l'on tient fermement à l'évolutionnisme, non

d'une manière critique, mais d'une manière dogmatique (1). »

Voulons-nous affirmer que le transformisme, privé de son appui darwiniste, manque de preuves ?

Oui, s'il s'agit du transformisme universel admettant la variabilité illimitée de la matière vivante et une évolution ininterrompue allant depuis l'être monocellulaire jusqu'à l'homme. En engageant la science dans cette direction, Darwin lui a rendu un mauvais service : elle est dans une impasse.

Non, ajouterons-nous, s'il s'agit du transformisme modéré. Nous estimons, avec Wolff et l'unanimité des biologistes contemporains, à une ou deux exceptions près, qu'indépendamment de la théorie de la sélection naturelle, on peut établir la vérité d'une certaine évolution des formes organiques. Mais, il faut en convenir, une revision des preuves du transformisme est aujourd'hui nécessaire. On a trop longtemps admis comme valables des arguments qui reposaient sur un fondement ruineux.

Si donc les adversaires de Darwin ne firent pas suffisamment, il y a trente ans, le départ du vrai et du faux mêlés dans l'œuvre, peut-être nous sembleront-ils scientifiquement plus estimables que ces admirateurs « malgré tout » qui ont écoulé dans tous les niveaux de l'enseignement, comme des vérités démontrées, de très lourdes et de très graves erreurs.

ROBERT DE SINÉTY, S. J.

(1) G. Wolff, *Die Begründung der Abstammungslehre*, p. 11. München, Reinhardt, 1907.

CE QU'ON PEUT APPRENDRE EN VOYANT COULER L'EAU

En commençant à écrire le présent article, nous croyons entendre déjà les questions que se feront certains lecteurs après avoir jeté les yeux sur le titre : Comment, se dira l'un, y a-t-il d'autres gens que des désœuvrés et des paresseux qui s'amusent à voir couler l'eau ? A quoi bon, se demandera un autre, à quoi bon regarder un brin de paille flottant sur une rivière ou bien un bateau qui suit le courant ? Pour un troisième lecteur plus ou moins indifférent aux phénomènes qui se passent autour de lui, de pareils faits ne sont-ils pas tellement fréquents qu'ils ne méritent plus notre attention ? Au lieu de répondre à de pareilles questions, entrons immédiatement en matière, et espérons que le titre du travail actuel sera suffisamment justifié.

Transportons-nous par la pensée au bord d'une rivière ou d'un fleuve dont le courant est assez fort, et marchons dans la direction contraire à celle du mouvement de l'eau ; nous ne tarderons pas à voir flotter des morceaux de bois, des débris de plantes et, si la chance nous favorise, nous verrons passer devant nous une embarcation quelconque ; mais nous devons patienter jusqu'à l'arrivée d'un bateau chargé. Dès qu'il s'approche de nous, comparons sa vitesse à celle d'un corps léger qui flotte près de lui : et qu'observons-nous ? le bateau à fort tirant d'eau se meut plus vite que le corps

léger. Chose curieuse, le même phénomène a lieu, qu'il vente ou qu'il pleuve, que l'air ambiant soit entraîné dans le même sens que l'eau, ou bien en sens opposé.

Voilà un premier fait à noter ; comme on le pense bien, il y a longtemps que les bateliers de tous les pays ont pu le constater mieux encore que nous, puisqu'ils se trouvaient sur l'embarcation même en mouvement. Mais si ce curieux phénomène est facile à observer, il n'est pas aussi aisé de l'expliquer. En effet, deux officiers des États-Unis ont prolongé pendant dix ans leurs observations sur une même partie convenablement choisie du grand fleuve américain, le Mississipi, et voici la conclusion à laquelle ils sont parvenus en 1861 (1) :

« Dans un fleuve dont le régime est uniforme, la vitesse maxima de l'eau dans tout plan vertical et parallèle au courant ne s'observe pas à la surface, mais en des points placés à un peu plus des 3/10 de la profondeur au-dessous du niveau (c'est-à-dire à 9 mètres de profondeur pour la région explorée).

» Quelle que soit la cause de ce fait, il existe à la surface une résistance semblable, quant à sa nature, à celle qui se manifeste au fond, quoique ordinairement plus faible. »

Quelle peut bien être la cause de cette résistance si étonnante au premier abord ? A ce propos nous nous sommes rappelé une propriété aujourd'hui incontestée, à savoir que toute couche libre de l'eau n'ayant qu'un vingt-millième de millimètre d'épaisseur et un millimètre de largeur est soumise à une tension d'environ 7,5 milligrammes par millimètre de longueur ; l'huile, le pétrole ont des tensions notablement plus faibles.

Si nous pouvions profiter du moment où un batelier verse dans la rivière une substance huileuse, nous

(1) *Report upon the physics and hydraulics of the Mississipi river*, by Captain Humphreys and Lieutenant Abbot (Départ. de la guerre d'Amérique, 1861, in-4°, p. 456).

verrions celle-ci s'étaler sur la surface en une couche très mince et parfois colorée ; on le conçoit sans peine, cet étalement provient justement de l'excès de la force contractile de l'eau sur celle de l'huile.

A défaut d'une pareille chance, nous pouvons rendre manifeste la tension de l'eau, en attachant à chacune des extrémités d'une allumette un fil de 15 à 20 centimètres de longueur ; plongeons le petit système complètement dans un grand verre rempli d'eau, puis retirons l'allumette tenue horizontalement, nous verrons naître alors une lame liquide limitée par les deux fils, et se contractant avec rapidité ; si nous soulevons de plus en plus haut, les fils ne peuvent sortir de l'eau que collés l'un contre l'autre.

Un calcul très simple montre que, s'il était possible de rendre complètement libre une couche d'eau ayant un mètre carré de surface et un vingt-millième de millimètre d'épaisseur, elle acquerrait une vitesse de retrait de plus de 50 mètres par seconde, abstraction faite de toute cause perturbatrice. Voilà donc la couche superficielle d'un fleuve comparable à un immense réseau dont les mailles tendent sans cesse à se resserrer, ce qui doit évidemment diminuer la vitesse des parties sous-jacentes ; mais en outre, ce réseau à peine formé se résout en vapeur invisible qui monte dans l'atmosphère ; aussitôt se produit un autre réseau constitué comme le précédent et s'évaporant à son tour pour faire place à une nouvelle tranche douée des mêmes propriétés, et ainsi de suite. Or, il importe de considérer que chaque tranche active n'a au plus qu'un vingt-millième de millimètre d'épaisseur, et que l'eau pure et exposée à l'air libre s'évapore à raison de 2 millimètres au moins par jour : l'action quotidienne totale revient donc à 40 000 actions élémentaires qui toutes donnent lieu à des retards capables de se transmettre de plus en plus profondément. Voilà comment,

si nous ne nous trompons, s'établit un régime dans lequel la surface se meut moins vite que les couches situées en dessous jusqu'à une profondeur où la résistance signalée plus haut n'est plus sensible et où se réalise le maximum de vitesse, comme l'ont observé pendant dix ans les deux officiers des États-Unis.

Après cette explication un peu longue de la différence de vitesse constatée à la surface par rapport à celle des couches plus profondes, revenons au bord du cours d'eau, et tâchons maintenant d'apercevoir un bateau chargé qui remonte le courant : nous devons nous attendre à une véritable lutte entre l'énergie de mouvement du liquide et les efforts des haleurs, pour faire avancer l'embarcation : aussi voyez comme l'eau rebondit contre l'avant en s'élevant au-dessus du niveau normal, puis se lance en glissant rapidement le long des flancs du bateau. N'oublions pas que les couches liquides s'avançant au-dessous du niveau, et cela jusqu'à la profondeur à laquelle est plongée l'embarcation, sont soumises à un état de compression analogue à celui des couches superficielles. Ne nous étonnons donc pas de l'espèce de bourrelet liquide comprimé qui précède le bateau et d'où s'échappent souvent de nombreuses gouttelettes ; mais à tout effort qui tend à diminuer son volume, l'eau oppose une résistance telle que pendant très longtemps on a regardé les liquides comme incompressibles. Néanmoins de nombreuses expériences ont montré que l'eau transmet rapidement et au loin des pressions même assez faibles ; c'est pourquoi les filets liquides qui se meuvent sur les flancs et au-dessous du bateau doivent naturellement supporter des poussées plus ou moins fortes, ce qui accélère encore leur vitesse déjà accrue par la diminution de la section du cours d'eau restée libre.

C'est ce qui explique le fait que le bourrelet formé par l'accumulation des couches arrivant sans cesse ne

peut croître d'une manière continue ; quand le courant est très fort, on constate même un effet curieux de la compression de l'eau, c'est un espace libre entre la surface antérieure du bateau et celle du bourrelet ; cet espace libre est dû sans doute à l'effort de traction de tous les filets qui longent les flancs sur les portions liquides les plus voisines de l'avant de l'embarcation. Les filets seraient-ils donc élastiques et formés par des parcelles liquides plus écartées entre elles que les particules de l'eau immobile ? Sans aucun doute, car de même qu'une pression relativement petite suffit pour développer une compression très faible mais nullement négligeable, de même une traction peu considérable est parfaitement capable d'augmenter quelque peu les distances intermoléculaires. Si la traction est assez forte, les filets sont étirés au point de se résoudre en une série de gouttelettes, car les liquides ont une tendance extrêmement prononcée à rétablir les distances normales entre leurs particules. C'est ce qui s'observe notamment quand l'eau a été fortement comprimée, comme à l'avant du bateau ; alors l'élasticité de compression imprime une grande vitesse à de nombreuses parcelles liquides qui subitement étirées se résolvent en une multitude de sphérules.

La tendance en question se manifeste dans une expérience bien simple et fort connue : faut-il citer ce que dans le commerce on nomme un vaporisateur ? C'est une poire en caoutchouc remplie d'eau et munie d'un tube percé d'un orifice extrêmement petit ; il suffit de comprimer la poire et de produire ainsi une faible diminution du volume de l'eau pour voir jaillir une sorte de poussière liquide : c'est parce que les minces filets qui s'échappent de la petite ouverture acquièrent immédiatement une grande vitesse et subissent ainsi un étirement brusque qui les transforme en sphérules impalpables. N'est-il pas intéressant de pouvoir constater,

à la vue d'un bateau chargé qui remonte une rivière à fort courant, l'élasticité développée par compression sur le devant et par traction le long de ses flancs ?

Voici un autre fait qui est digne d'attirer notre attention sur le parcours de la rivière : il se produit chaque fois qu'au fond un obstacle s'oppose au passage libre de l'eau ; le choc du liquide contre l'obstacle donne alors lieu à une compression suffisante pour lancer vers le haut d'énormes lames qui se frayent un passage à travers les couches supérieures, et cela jusqu'à la surface même pour s'y étaler parfois avec un bruit caractéristique.

Dans les coudes, l'eau est lancée avec une grande vitesse du côté concave, et, s'il s'y trouve des débris même assez lourds, ils sont repoussés du côté convexe, et se déposent alors plus loin, mais toujours du côté opposé à la concavité. Un coup d'œil jeté sur le plan figurant la marche d'un fleuve ou d'une rivière permet d'assigner à peu près les endroits où s'accumulent les dépôts, tandis que le fond est creusé dans les portions concaves. N'est-ce pas encore une preuve directe de la grande élasticité de l'eau ? Cette réflexion rend immédiatement raison des dégâts énormes causés par les inondations : toutes les constructions (maisons, granges, écuries, etc.) qui s'opposent au mouvement torrentiel de l'eau sont alors soumises à des poussées colossales, et souvent, hélas ! suffisantes pour amener de grands désastres, décrits dans les annales quotidiennes. A ce propos faut-il rappeler les raz de marée qui se produisent si fréquemment soit à la suite de tremblements de terre dans le voisinage des côtes, soit après de violentes tempêtes sur mer ? Ce sont d'affreux exemples de la puissance prodigieuse de l'action combinée de l'élasticité de l'air et de celle de l'eau ; il est absolument impossible de prévoir l'effort limite de cette double énergie.

Revenons au bord du fleuve où nous avons fait nos premières observations ; voici un pont qui s'offre à notre attention spéciale ; d'après une estimation approximative, la section de l'entrée n'a que la moitié de la largeur du fleuve. Si le courant est assez faible, nous ne remarquons rien de particulier ; mais si nous avons l'occasion de voir l'effet d'un fort courant, nous pourrons nous assurer qu'en pénétrant sous le pont, l'eau devient subitement convexe, c'est-à-dire qu'elle s'abaisse sensiblement près de chaque culée, tandis que le niveau

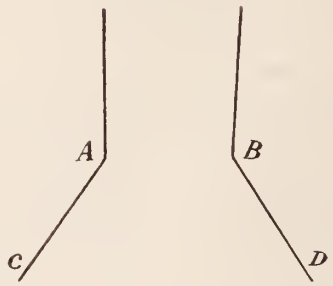


Fig. 1.

paraît plus élevé vers le milieu du passage. Comment comprendre une pareille dérogation aux lois de l'égalité de pression dans un plan à peu près horizontal ?

Pour plus de clarté, admettons que l'eau se meuve vers le pont entre deux murs verticaux AC, BD (fig. 1), faisant entre eux un angle de 60° par exemple et aboutissant à l'entrée AB. Il est clair que toute tranche liquide horizontale, en passant d'une section dans une autre plus voisine du pont, sera comprimée des deux côtés, et qu'ainsi la compression résultante sera la plus forte au milieu de la tranche ; mais il faut remarquer que toute compression se communique non seulement dans le sens du courant, mais encore en sens inverse ; il s'ensuit qu'une portion de la vitesse imprimée par le

courant est détruite. Mais il y a un autre motif pour lequel le niveau est plus élevé vers le milieu que près des culées ; c'est que tous les filets liquides qui se rencontrent sous le pont en faisant un angle aigu produisent à la fois un accroissement de vitesse et une surélévation du liquide ; il n'est donc pas étonnant que le niveau s'abaisse près des culées et qu'ainsi la forme générale de la surface liquide pour le pont soit convexe.

A ce propos, je ne puis manquer d'insister sur les expériences vraiment étonnantes qui ont été faites il y a près d'un demi-siècle par mon ancien élève Joseph Saurel et par M. l'ingénieur Fr. Vandeputte, au Pont des Chaudronniers, à Gand. Voici comment Saurel m'a décrit ses essais, mais bien longtemps après les avoir effectués :

« Au printemps de 1862, je m'étais avisé de vouloir remonter en chaloupe le courant très rapide causé au Pont des Chaudronniers sur le haut Escaut, par la levée des barrages. Mon embarcation avait de 6 à 7 mètres de longueur sur 1,75 m. de plus grande largeur, elle était bien taillée et bien dépouillée à l'arrière. J'y étais seul et je manœuvrais à la godille. L'avant de la chaloupe s'élevait donc fortement et l'arrière plongeait.

» A cette époque, les culées du pont étaient raccordées en amont par deux surfaces courbes aux côtés du cours d'eau : aujourd'hui (vers 1880), ce raccordement est obtenu par deux plans verticaux obliques. Les dimensions de l'ouverture sont restées à peu près les mêmes qu'auparavant ; j'étais parvenu à faire dépasser par l'extrémité de ma chaloupe, d'un mètre environ, l'entrée amont du pont, lorsque je m'aperçus que le courant me laissait parfaitement immobile dans l'axe du pont. Je suis resté là près d'un quart d'heure, puis après m'être fait dériver, j'ai répété à plusieurs reprises l'expérience. »

J'ai été autorisé par mon ancien élève à faire con-

naître publiquement les détails de son expérience si paradoxale, si contraire en apparence aux lois de l'hydrodynamique : d'abord les ingénieurs que j'ai consultés n'ont pas osé admettre le fait si curieux observé par Saurel ; mais ils n'ont pas non plus osé le nier, car l'observateur était un ancien élève de l'École du Génie civil, et en outre commandant d'artillerie. Pour convaincre tout le monde, il eût fallu pouvoir répéter les essais dans les mêmes conditions ; malheureusement, le Pont des Chaudronniers avait subi de profondes modifications non seulement dans les murs de raccordement avec les culées, mais de plus, par suite de l'établissement des écluses sur le haut Escaut, il ne s'y produisait plus jamais de courant aussi fort qu'autrefois.

Le fait observé par Saurel était-il condamné à l'oubli, faute d'une confirmation nette et incontestable ? Non, car, même dès l'année 1855 et à l'insu de Saurel, M. l'ingénieur Fr. Vandeputte, également ancien élève de l'École du Génie civil, avait déjà effectué plusieurs fois en chaloupe la traversée du Pont des Chaudronniers pendant les périodes des forts courants. Ayant pris connaissance de la note où j'avais publié pour la première fois les essais de Jos. Saurel, il s'était empressé de me communiquer les résultats de ses propres observations.

Et tout d'abord il avait remarqué deux particularités importantes : la première consistait en ce que les culées du pont, au lieu d'être parallèles, étaient très sensiblement divergentes d'amont en aval, c'est-à-dire que la largeur du débouché en aval était supérieure à celle de l'amont. La deuxième particularité concernait la forme du raccordement entre les murs de quai avec les deux culées. Ce raccordement présentait une surface cylindrique à axe vertical, et la courbure était à peu près circulaire ; de chaque côté, le mur de quai se

terminait à l'arête de l'entrée du pont, de manière que la tangente au dernier élément de la courbe faisait un angle très prononcé avec la direction de l'axe de la rivière et du pont.

M. Vandeputte décrit alors ce qu'il a observé quand la chute était assez forte : en amont, au delà des surfaces cylindriques de raccordement, on voyait les filets liquides cheminer parallèlement entre eux (fig. 2), ceux du milieu de la rivière avec une vitesse plus grande

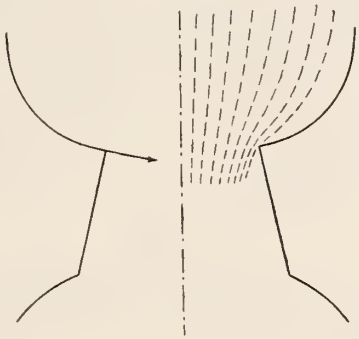


Fig. 2.

que les autres. Dans la zone comprise entre les murs de raccordement, les filets du milieu continuaient à marcher dans l'axe de la rivière, tandis que ceux plus rapprochés des bords prenaient des directions convergeant vers l'axe ; en même temps, contre les murs du raccordement, commençait à se dessiner un léger ourlet, une petite bande d'une faible largeur qui glissait le long de la paroi en se relevant d'une certaine hauteur, au-dessus du niveau voisin. Plus près du pont, la convergence des filets extérieurs vers le centre s'accentuait de plus en plus, en même temps que l'ourlet le long des murs augmentait en largeur et en hauteur ; enfin à une distance en avant de l'entrée du pont, se dessinait une dénivellation générale de la surface, un peu plus forte sur les bords qu'au milieu, sauf dans le

voisinage du mur où l'ourlet se relevait au contraire à un niveau supérieur à celui du niveau général d'amont.

Dans le plan même de l'entrée du pont, on pouvait voir la gerbe convergeant vers l'axe se détacher nettement de l'arête de la culée, sur une hauteur égale à plus de la moitié de la hauteur totale de la chute, de telle sorte que la ligne de mouillage descendait, en ce point, verticalement de toute cette hauteur. Du côté amont, l'arête était mouillée jusqu'au sommet de l'ourlet, tandis que, sous le pont, la face de la culée n'était mouillée qu'à un niveau beaucoup plus bas.

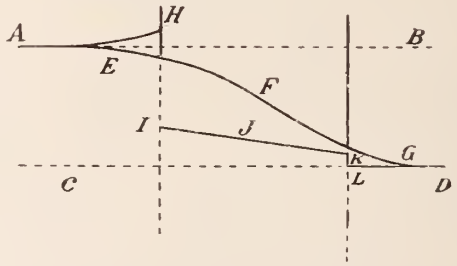


Fig. 3.

La figure 3 montre en AB le plan du niveau d'amont et en CD celui d'aval ; AEFG est la coupe par un plan vertical passant par l'axe du pont, enfin la ligne AHIJKLD est la ligne de mouillage des murs de quai et des culées.

La figure 4 montre en ABH la coupe par le plan de l'entrée du pont, ensuite une série de coupes par des plans parallèles à celui-là. On voit que toutes ces coupes affectaient une double courbure, concave près de la culée, convexe vers le milieu ; en outre, que la courbure de la partie convexe allait en augmentant jusqu'à un certain point au delà duquel elle allait au contraire en diminuant.

Marquons sur la figure 4 les points où la courbure change de signe dans chaque coupe, et joignons-les par une courbe ; en projection horizontale, elle affecte la forme MNO (fig. 5).

Pour mieux accentuer le caractère des déformations successives par lesquelles passe la masse liquide, les

Fig. 4.

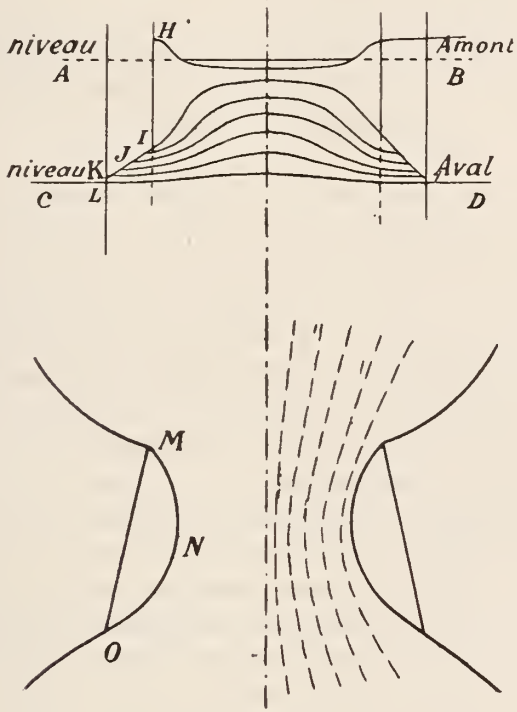


Fig. 5.

formes de ces figures ont été un peu exagérées. Au point N de la fig. 5 apparaît une section dont la forme rappelle tout à fait la section contractée dans les veines liquides. Quand la chute était assez forte, la section contractée se trouvait à environ 4 mètres de l'entrée du pont. Cette constatation est importante, car c'était

justement là que se trouvait l'arrière de l'embarcation quand le phénomène si inattendu se produisait.

M. Vandeputte tâche alors de se rendre compte de ce qui devait se passer dans l'intérieur de la masse liquide se mouvant dans ces conditions :

« Considérons, dit-il, une tranche horizontale située près du fond de la rivière. Il paraît hors de doute que tous les filets de cette tranche devaient se mouvoir dans un plan horizontal ; mais, à cause de l'étranglement formé par le pont, ils étaient pressés les uns contre les autres par suite de la direction convergente que devaient prendre nécessairement les filets situés de part et d'autre de l'axe.

» Il n'y a donc rien de hasardé à admettre qu'il devait se produire ainsi une certaine compression dans la tranche considérée pendant son passage sous le pont. En répétant la même observation successivement sur des tranches circulant à une plus grande distance du fond, nous arrivons toujours à la même conclusion, sauf qu'ici la vitesse générale étant supérieure, la compression le sera aussi ; nous ne tardons pas à nous rapprocher de la hauteur du niveau d'aval. Ici il n'est certainement pas permis de ne considérer que le mouvement des filets appartenant à la tranche même : à l'entrée du pont, les choses peuvent encore se passer comme dans les couches plus profondes, mais plus loin, sous le pont, l'influence des masses qui forment la vraie chute doit se faire sentir ; celles-ci ne se déplacent pas seulement dans le sens horizontal, mais encore dans un plan vertical ; d'où la conclusion évidente que la compression doit être de plus en plus forte.

» Dans la partie de la chute située au-dessus du niveau d'aval, le maximum de compression doit correspondre à la zone contractée ; mais, comme dans cette partie tous les filets participent à la fois au mouvement de descente, c'est un peu plus bas, vers l'endroit où se fait

la rencontre avec les couches marchant horizontalement, que doit se produire la compression la plus forte de toutes. »

De ces considérations très judicieuses, M. Vandeputte conclut que dans la masse en mouvement il devait y avoir des états de compression très différents d'un point à un autre : le minimum dans les couches inférieures, et le maximum environ à la hauteur du niveau d'aval ; le maximum absolu se trouvait sans doute dans la section contractée, près de l'axe et à peu près à la hauteur du niveau d'aval ; plus en aval de la section contractée, dans la zone épanouie la compression devait rapidement décroître.

Ayant demeuré pendant plus de 30 ans près d'un pont, j'ai souvent eu l'occasion d'observer aisément les mouvements de l'eau du côté de l'amont ; or j'ai constaté maintes fois qu'un peu avant de quitter la section d'entrée, lss bateaux chargés qui remontaient la rivière éprouvaient une véritable poussée en avant. Je crois faire chose utile en reproduisant à ce propos les réflexions de M. Vandeputte.

« Lorsqu'un bateau passe sous un pont en remontant le courant, on constate le phénomène suivant : quand l'arrière du bateau s'est avancé d'une certaine quantité sous le pont, la résistance au mouvement diminue brusquement ; quand les circonstances sont favorables, cette diminution peut être tellement forte que, pendant que le bateau franchit le reste du pont, l'effort du halage devient *moindre* que lorsque le bateau se trouve en pleine rivière. Voici les circonstances les plus favorables : un pont dont le débouché n'est pas très grand par rapport à la section de l'embarcation, pas de passages latéraux au pont, la rivière sensiblement plus large que le pont et un peu de courant. »

Le Pont des Chaudronniers remplissait précisément les conditions requises. M. Vandeputte a même gardé

le souvenir d'un incident comique dont il fut témoin. Un jour il arriva sur ce pont, au moment où un bateau chargé s'apprêtait à le remonter ; le courant n'était pas comparable au courant habituel du samedi. Une vingtaine de haleurs s'étaient attelés à la corde ; ils y allaient de toute leur vigueur et le bateau remontait rondement. Le phénomène attendu se produisit avec un résultat dépassant toute prévision : la détente fut tellement brusque que les vingt haleurs furent couchés instantanément sur le chemin de halage, absolument comme si la corde se fût rompue.

Je reproduis ici l'explication donnée par M. Vandeputte : « Pendant que le bateau se trouve engagé dans le pont, le débouché de celui-ci est fortement réduit ; comme toute la masse d'eau en mouvement en amont ne peut pas immédiatement diminuer sa vitesse, il se produit exactement ce qui arrive dans le bélier hydraulique au moment où la soupape se ferme : l'eau devant le pont se comprime et produit ainsi un courant excessivement rapide sous le bateau et entre ses flancs et les culées du pont. A la sortie de celui-ci, ces courants peuvent s'épanouir en tourbillons dans la section beaucoup plus grande de la rivière, tant que l'arrière du bateau n'a pas pénétré sous le pont. Dès que l'arrière s'est avancé d'une certaine quantité sous le pont, les courants si rapides passant sous le bateau et le long de ses flancs ne vont plus s'épanouir dans une masse indéfinie d'eau, mais viennent se jeter contre l'eau emprisonnée entre les culées du pont ; de là une compression du liquide à l'arrière et comme conséquence une poussée d'arrière en avant qui persiste jusqu'à ce que l'arrière en sortant du pont démasque de nouveau tout le débouché de celui-ci. »

Le lecteur doit me pardonner si j'ai reproduit peut-être trop longuement les remarques de M. l'ingénieur Vandeputte à propos des particularités qu'il a observées

avec tant de soin ; c'est à lui que je dois d'avoir pu étudier en connaissance de cause toutes les singularités qu'on constatait à l'ancien Pont des Chaudronniers. J'ai regardé comme un devoir de rappeler ses raisonnements et ses réflexions ; car j'ai voulu lui témoigner ainsi ma reconnaissance pour l'empressement avec lequel il m'a fourni les dessins à l'appui de ses explications.

A force de songer à tous les faits en apparence si contraires aux lois de l'hydrodynamique, on finit par

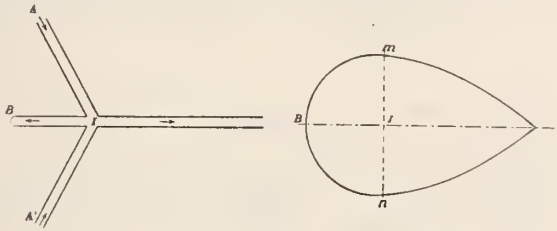


Fig. 6.

se demander quels sont les changements qui surviennent dans un liquide dont plusieurs parties éprouvent des chocs ; mais alors qui ne se rappelle le fait d'un filet liquide tombant sur un corps dur ? Ne se souvient-on pas d'avoir été plus ou moins aspergé quand le liquide s'est éparpillé dans tous les sens ? Or, le phénomène si vulgaire devient vraiment beau, lorsque, à l'exemple de Savart, on fait tomber une veine liquide sur un disque horizontal de 2 à 3 centimètres de diamètre et placé à une vingtaine de centimètres de l'orifice ; en effet, on réalise ainsi une belle nappe circulaire et continue dont le diamètre dépend de la charge; le résultat est tout aussi intéressant lorsque deux jets sont lancés horizontalement avec la même vitesse, par des orifices de même diamètre, et dans des directions diamétralement opposées : la nappe réalisée ainsi est verticale.

Si, à l'exemple du physicien allemand, Magnus, on opère sur des jets dont les axes font des angles compris entre 180° et 0°, on arrive à des résultats bien curieux et dont je veux tirer parti pour expliquer les faits mystérieux dont j'ai parlé. Par exemple, si l'angle compris entre les deux axes est de 120°, on obtient une lame située dans un plan perpendiculaire à la bissectrice de cet angle (fig. 6). Si l'angle est de 90°, la portion IB refoulée dans l'angle droit est plus petite, tandis que dans l'espace voisin du point de rencontre, c'est la portion laminaire *m*I*n*B qui est lancée en sens contraire au mouvement du reste de la lame (fig. 7).

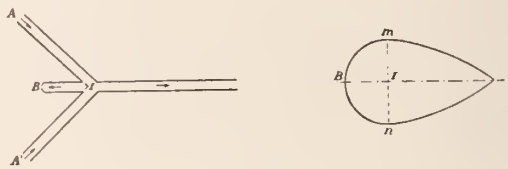


Fig. 7.

Ainsi deux simples jets d'eau tels que AI, A'I présentent cette particularité de lancer lors de leur choc une notable masse en sens contraire du mouvement général. N'est-il pas naturel de conclure de là que deux masses liquides, dont l'une est formée d'une infinité de filets tels que AI, l'autre d'une multitude de filets tels que A'I, marchant l'une vers l'autre sous un angle égal ou supérieur à 90°, il se développe autour des points de rencontre une compression capable de refouler une portion considérable de liquide dans l'angle même compris entre leurs directions primitives? Cette conséquence, déduite bien simplement des expériences de Magnus, me permet de faire comprendre sans difficulté le fait si paradoxal qu'une chaloupe remontant un fort courant dans la traversée de l'ancien Pont des Chaudronniers, peut atteindre une position d'équi-

libre dans l'axe même de la rivière. En effet, dans ces conditions spéciales, il devait y avoir, à partir de l'un des murs de quai, une infinité de filets liquides faisant des angles supérieurs à 90° avec les filets symétriques quittant la surface courbe de l'autre mur de quai, et ainsi se produisait à quelques mètres de l'entrée du pont une réaction élastique très considérable qui, agissant sur l'arrière de la chaloupe, pouvait sinon neutraliser complètement la force du courant, comme dans le cas des essais de Saurel, au moins l'annuler presque entièrement, ainsi que l'avait déjà constaté M. Vandeputte.

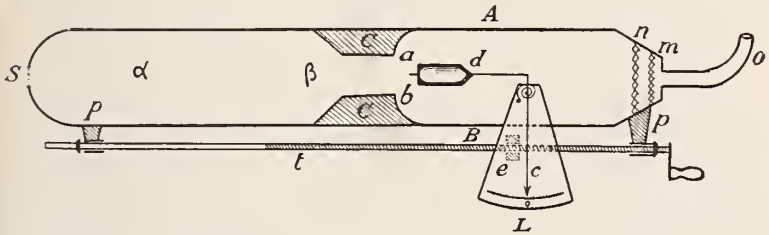


Fig. 8.

Après cela, rien d'étonnant si j'ai été tenté de vérifier moi-même ce fait si frappant par des expériences de laboratoire. A cette occasion, j'ai été heureux de pouvoir recourir à l'habile mécanicien M. Léon Van den Bosch, l'aide si dévoué de mon collègue M. Vandevyver. Voici l'appareil auquel l'ingénieux constructeur a donné une forme qui rappelle à très peu près les dispositions de l'ancien pont (voir la fig. 8 qui représente la projection horizontale de l'instrument) :

O tuyau d'arrivée de l'eau ; avant d'entrer dans le bassin, elle doit traverser une double toile métallique *m*, puis trois toiles métalliques *n* destinées à empêcher tout remous.

A, B projections horizontales des murs de quai ; ils ont 5 centimètres de hauteur et aboutissent aux extré-

mités *a*, *b*, des deux culées C, C, distantes de 4 centimètres : les surfaces A*a*, B*b* sont sensiblement cylindriques, de manière que les tangentes aux points *a*, *b*, soient perpendiculaires à l'axe αβ du pont.

S fente pratiquée entre les faces A, B, et pouvant s'ouvrir et se fermer à volonté.

L projection horizontale d'un instrument muni d'un levier destiné à faire dévier une aiguille *e* par l'effort du courant, à l'aide d'un ressort en spirale ; celui-ci porte un fil de fer auquel est attaché un fil de coton, qui est fixé à l'avant d'une petite nacelle *d*, dont l'arrière est formé par une plaque perpendiculaire à son axe.

e écrou dans lequel s'engage une tige filetée *t*, dont les extrémités peuvent tourner dans deux pièces métalliques *p*, *p*, qui empêchent tout déplacement horizontal de la tige *t* ; ces pièces sont fixées solidement aux deux côtés de la face B ; dès qu'on tourne la manivelle M, le levier L s'avance ou recule et avec lui la nacelle *d* ; la déviation de l'aiguille *e* permet de juger de la force du courant, estimée autant que possible suivant la direction de l'axe βα.

L'appareil dont la longueur totale est de 65 centimètres, est placé sur un plan légèrement incliné. Pour opérer, on bouche la fente S, et l'on remplit le bassin ; on fait en sorte que la fente débite à peu près autant d'eau qu'il en passe par l'ouverture O, et l'on amène la nacelle dans des positions de plus en plus voisines du pont. Quand elle arrive à 7 ou 8 centimètres de l'entrée, l'aiguille dénote une diminution de la poussée du courant ; à la distance de 5 centimètres, cette diminution est plus marquée. A ce moment on arrête l'arrivée de l'eau en O, et aussitôt la nacelle est vivement refoulée contre le courant, comme si l'accès du pont lui était interdit ; mais immédiatement après, on ramène la nacelle dans la position d'où elle a été repoussée ; elle est refoulée une seconde fois ; alors la hauteur de l'eau

est devenue trop faible pour qu'une troisième épreuve puisse encore réussir.

Ainsi se trouve clairement démontré l'effet de deux systèmes de filets liquides faisant entre eux un angle très obtus ; tels sont en réalité les filets qui partent des surfaces terminales des murs dans des directions presque directement opposées les unes aux autres. Comme il est très difficile de maintenir la nacelle dans l'axe du bassin, je ne suis pas encore parvenu à réaliser pour elle une position d'équilibre.

Les conséquences déduites des expériences de Magnus permettent d'expliquer aussi très simplement les singularités que l'on a observées lors du passage d'un lourd bateau par un pont dont la section d'entrée est relativement petite par rapport à la largeur de la rivière.

Je ne puis terminer cet article sans indiquer l'importance que les ingénieurs des Ponts et Chaussées seraient en droit d'attribuer aux travaux de Magnus et à leurs conséquences au point de vue des meilleures dispositions à adopter aux confluents des rivières dans les fleuves : tout me porte à croire que l'angle des axes des cours d'eau est loin d'être indifférent, si l'on veut éviter des remous considérables et faciliter le mieux possible l'écoulement régulier des eaux.

G. Van der Mensbrugghe.

LES PORTS

ET LEUR FONCTION ÉCONOMIQUE [1]

XXX

DANS LE PUGET-SUND
LES PORTS
DE SEATTLE ET DE TACOMA

La côte nord-ouest de l'Amérique, située dans la région correspondant au 48° de latitude nord et au 122° de longitude ouest, est un des plus merveilleux pays du monde, tant par les beautés naturelles qu'il renferme que par son exceptionnelle configuration géographique. Là, par une échancrure naturelle, l'océan est entré profondément dans les terres. Au sud, il a formé un admirable fjord dont la base, accessible par le détroit San Juan de Fuca, entre la rive yankee et l'île canadienne de Vancouver, en Colombie Britannique, remonte jusqu'à Olympia, dans l'Etat de Washington ; au nord, une succession de détroits profonds, de fjords pittoresques, longe la côte canadienne jusqu'au nord

(1) Voir la Revue des Questions scientifiques, 3e série, t. IX, avril 1906, p. 357 ; t. X, juillet 1906, p. 110 ; t. XI, avril 1907, p. 494 ; t. XII, juillet 1907, p. 86 ; t. XIII, avril 1908, p. 461 ; t. XIV, juillet 1908, p. 55 ; octobre 1908, p. 475 ; t. XV, janvier 1909, p. 92 ; t. XVI, avril 1909, p. 474 ; t. XVI, juillet 1909, p. 133 ; t. XVI, octobre 1909, p. 511.

de l'île Reine-Charlotte, et se poursuit en Alaska, le long de l'étroite bande de territoire qui, se prolongeant vers le sud, isole le Canada de l'océan, pour se terminer au Cross Sund, à la hauteur du Mont Fairweather.

Cette région maritime, dont la partie méridionale constitue le Puget-Sund, a été, depuis l'État de Washington jusqu'au nord de la Colombie Britannique, le point d'aboutissement du mouvement formidable, continu, déjà séculaire, qui, à travers l'Atlantique et le Nouveau Continent, avec des alternatives de progrès rapides, de luttes, et parfois de recul, a amené la race blanche jusqu'au Pacifique-Ouest : en une éclosion prodigieusement rapide, s'est condensée, agglomérée, une société nouvelle dont la formation n'est pas un des sujets les moins passionnants offerts à l'économiste et au sociologue.

Déjà remarquable en Colombie Britannique, le phénomène d'immenses cités surgissant de ces lieux où végétaient, éparses, de misérables agglomérations de pionniers et d'Indiens, il y a seulement quelques années, est peut-être plus saisissant encore dans le Puget-Sund yankee. Ici deux villes se sont improvisées, pour ainsi dire, en vingt ans ; villes-sœurs, en fait, puisque quelques milles seulement les séparent, et qu'un électrocar les réunit : Seattle compte, dit-on, à l'heure actuelle, 300 000 habitants, Tacoma 150 000. On leur en prédit un million d'ici 10 ans. Il convient d'accepter les chiffres présents d'après les indications reçues sur place, aucune statistique fédérale n'ayant été dressée depuis 1900 (Rapport consulaire français, N° 787, p. 3). A cette époque Seattle ne comptait encore que 100 000 habitants.

En réalité, la scission en deux parties de ces agglomérations si proches, qui ont surgi dans un laps si court, en ces contrées neuves, où l'empiètement de la civilisa-

tion moderne sur une nature encore primitive pouvait s'exercer sans obstacle, dans le cadre infini de la nature, surprend et choque, au premier abord. Il semblerait que la concentration du mouvement démographique en un seul point eût été plus favorable au développement économique de ce pays : une ville de 500 000 habitants joue un rôle plus considérable que 10 villes éparses de 50 000 habitants. L'agent consulaire français, un Canadien établi à Seattle, interrogé par moi sur cette anomalie, me répondit que l'établissement de deux villes distinctes et si rapprochées, dans cette partie du Puget-Sund « était sans importance et même voulu, puisque ces deux villes... se rejoindraient un jour ». Ce qui est possible, quoique un peu paradoxal à première vue, n'est-il pas vrai ?

L'éclosion, l'édification, l'extension continue de ces grandes agglomérations urbaines dans des régions où elles peuvent en liberté se substituer à l'état primitif, valent d'être mentionnées, puisque leur fait est fonction directe de l'établissement du port, organe essentiel, fondamental, raison d'être des centres qui nous occupent ici.

Au centre de la ville, et intact dans ses dimensions, à Seattle comme à Tacoma, est demeuré debout le tronc sculpté et peint qui fut l'idole des villages indiens d'hier. De ce point partirent les rues, les avenues qui sont devenues le centre de l'agglomération urbaine. Aux maisons de jadis se sont substitués les immenses buildings, les gratte-ciel dont la raison d'être réside aussi bien dans la nécessité d'utiliser le maximum de valeur du sol, que dans le désir de réunir le plus grand nombre possible d'offices, de bureaux d'affaires dans le minimum d'espace. Ici comme dans tout pays anglo-saxon et plus encore peut-être : « Time is money. »

Puis, s'éparpillant aux trois points cardinaux — le quatrième appartient au port — les voies à perte de vue.

D'abord bordées de sérieuses constructions, pavées de briques qui semblent victorieusement résister aux gros charrois, elles deviennent vite des routes suburbaines, flanquées de cottages. Puis, elles atteignent la périphérie, la zone où l'empiètement de la cité s'effectue — et avec quelle vigueur, quelle rapidité ! — sur la campagne, ou la forêt au préalable détruite par le feu. Ici, plus de voirie. Mais, à même le sol à peine ballasté, le tramway électrique va, s'avance, pousse son réseau jusqu'en des points où, semble-t-il au premier abord, la population ne doit venir se fixer que bien plus tard. Elle sera là dès demain. Le long de la voie courent deux trottoirs provisoires, en bois empruntés à la forêt toute proche. Et, de place en place, déjà rapprochés entre eux, les cottages s'élèvent, en bois, eux aussi, pour la plupart propres et souvent élégants, avec leurs *windows* à l'anglaise. Plus loin encore, d'autres centres se forment, qui viendront bientôt joindre la grande ville et se souder à elle, jusqu'au jour, prédit par mon interlocuteur, où Seattle et Tacoma ne formeront qu'une seule et même cité d'un million d'habitants... pour commencer.

Au vrai, à l'heure actuelle, en dehors du monde maritime et des économistes, le nom de ces villes est encore peu connu en Europe, en dépit de l'Exposition qui vint, en 1909, à Seattle, attester leur incroyable vitalité. Il personnifiera, d'ici quelques années, un des centres les plus actifs, les plus importants de l'univers.

Une des causes du développement de Seattle a été la mise en valeur de l'Alaska, racheté à la Russie par les États-Unis en 1867 pour la somme, assurément faible, de 38 millions de francs. On sait quel *rush* minier s'est produit en ces dernières années en faveur de cette région, vers laquelle accourut, du monde entier, l'afflux des pionniers et aussi — fâcheusement —

des aventuriers ; nombre d'entre eux se fixèrent en territoire de l'Union, tandis que les autres, remontant le Yukon, s'établissaient à Dawson-City, sur le territoire du Dominion, d'ailleurs jusqu'ici tributaire de l'Alaska pour ses communications. Depuis, il semble bien que les choses se soient tassées. On a cessé de voir dans la recherche de l'or un objectif unique de prospection. L'exploitation aurifère paraît avoir une tendance à s'industrialiser. D'autres ressources minéralogiques de grande valeur, en charbon, en fer, en cuivre notamment, assurent à ce pays, encore à peine connu, un avenir plein de promesses.

Mais, fait assez caractéristique, les Yankees paraissent chercher aujourd'hui à assurer la mise en valeur de l'Alaska par un autre procédé, à la fois ingénieux et rationnel : le tourisme. Avec ses hautes montagnes, dont certaines atteignent jusqu'à 5900 m. (mont Saint-Élie), ses fleuves poissonneux, sa faune abondante, ses glaciers majestueux, l'Alaska était, sous ce rapport très prisé des Américains du Nord, un champ d'exploitation de premier ordre. Ils l'ont compris. A l'heure actuelle, cette région, hier déserte, possède un réseau de railways et des hôtels. Une propagande intense a été organisée, aussi bien à San Francisco qu'à Seattle-Tacoma. Et, pendant les quelques mois que dure la saison, c'est maintenant un mouvement considérable qui s'est établi vers cette partie de l'Amérique Septentrionale si nouvellement incorporée aux États-Unis.

La base de ce mouvement est à Seattle. C'est de là que partent les navires qui assurent les communications économiques et le service des voyageurs entre la possession yankee et l'Union. Il se pourrait bien que le Canada eût commis une faute en laissant ses voisins faire cette judicieuse acquisition ; le Dominion a perdu ainsi le bénéfice de posséder sur le Pacifique un débouché proportionnel à son territoire, il a laissé canaliser au profit

de ses voisins et concurrents ce mouvement nouveau, encore à ses débuts, mais assurément appelé à un plein développement, et dont la base naturelle eût été Victoria ou Vancouver, en territoire de la Colombie Britannique, au lieu d'être à Seattle-Tacoma.

Jusqu'à présent, une flotte d'une quinzaine de navires, de 2 à 3000 t. est affectée à ce trafic.

On est un peu surpris de ne pas constater dans le Puget-Sund le développement du ferry-boat, dont la configuration des côtes, *sunds* et fjords, rendrait l'emploi si pratique. On sait quel remarquable parti les Américains ont tiré de ce genre de navires, qu'on retrouve même fort employé à Rio de Janeiro et qui, à San Francisco, donnent au port un mouvement d'une extraordinaire intensité.

Est-ce à cause du peu de densité de la population, en dehors des villes yankees ou British-Colombiennes de Seattle-Tacoma, Vancouver et Victoria ? Est-ce pour toute autre raison ? Le fait est là.

Un point digne de remarque dans ces ports du Nord-Ouest américain, c'est la disposition des quais et des hangars. Elle est poussée à un degré d'économie et de compréhension pratique extrêmement remarquables, et dignes de servir de modèles à bien d'autres, plus luxueuses assurément, mais ayant nécessité des immobilisations formidables pour aboutir à un rendement équivalent.

La disposition généralement adoptée est la suivante : répudiant le système des quais établis parallèlement au rivage, on a procédé suivant la méthode antérieurement appliquée à San Francisco : des quais en pilotis ont été construits perpendiculairement au rivage. Chacun de ces quais a été prévu pour recevoir un grand navire à la fois. La longueur moyenne est de 130 mètres.

Cette longueur est insuffisante, à l'heure actuelle, si l'on considère que les navires de fort tonnage ont une tendance à devenir d'un emploi de plus en plus généralisé. Les cargos de 150 m. de longueur ne sont plus rares dans toutes les flottes commerciales. Le fait que les ports de Puget-Sund sont parfaitement abrités, exempts de courants et que la marée s'y fait peu sentir, n'infirme en rien l'inconvénient : les grands navires débordent d'une manière appréciable les appontements. Cet inconvénient reconnu sera certainement corrigé, étant donné le mode de construction de ces bassins-docks.

De plus, les bassins, fermés sur trois côtés ainsi formés, sont insuffisamment larges : 50 mètres au plus. Le navire doit donc, pour manœuvrer, s'appuyer sur la robuste défense placée aux extrémités avant du môle : manœuvre délicate, voire difficile par vents de travers.

Chaque *warf* est surmonté d'un vaste hangar, également en bois, et séparé du quai par un espace de 2 m., trop exigu pour le passage des voitures. Les voies ferrées courent le long de la terre ferme, donc sans contact direct avec le navire. Cela encore est un défaut d'aménagement, surtout dans un pays où la main-d'œuvre est si onéreuse.

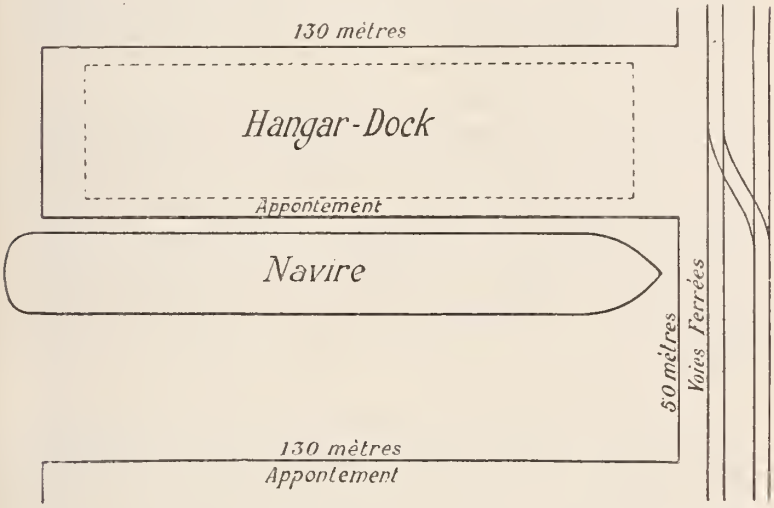
Enfin, autre inconvénient plus grave encore : le navire est obligé de changer autant de fois de poste qu'il y a de chargements à prendre dans des hangars différents.

Le croquis de la page suivante résume l'ensemble de ces installations, dont on ne saurait trop vanter, encore une fois, la facilité d'exécution et l'économie — points essentiels dans ces centres nouveaux, à développement rapide — et dont certaines critiques de détail ne peuvent effacer la valeur d'ensemble.

Il apparaît bien, d'ailleurs, que les intéressés se soient rendu compte de ces défectuosités. Les nouvelles installations, en cours de construction, à l'ouest de

Seattle, sont établies dans des proportions plus larges. On semble s'être davantage préoccupé de l'accession des voies ferrées. A Tacoma, se poursuit l'achèvement d'un vaste terre-plein, conquis sur le Sund, et constituant un môle immense, flanqué de quais, où les navires pourront accoster librement.

Fait assez inexplicable. On paraît ignorer, dans toute cette partie de l'Amérique, le système « des docks en



terrain clos solidaires de l'ensemble du port », système avantageusement et si largement employé en Angleterre, à Liverpool et à Londres notamment et, surtout, si judicieusement compris au nouveau port d'Avonmouth, près Bristol. Je n'ai pu connaître le pourquoi de cette aversion pour le *port-dock* et serais tenté de l'attribuer à cette hypothèse que Seattle et Tacoma sont des points presque exclusivement expéditeurs ou réceptionnaires, mais peu entreposeurs.

La construction de la nouvelle voie ferrée canadienne, transcontinentale, décidée en 1904, n'a nullement arrêté, comme on l'avait craint au début, le

développement de Seattle-Tacoma. Le raccordement de Vancouver aux voies ferrées américaines a été, d'autre part, favorable à l'expansion de cette région.

Le système des railways qui desservent la région est ainsi constitué : trois chemins de fer transcontinentaux ont leur centre à Seattle, ce sont la « Canadian Pacific », la « Northern Pacific » et la « Great Northern ». cette dernière y ayant son terminus.

La compagnie des chemins de fer de Chicago, Milwaukee et Saint-Paul a ouvert au trafic la nouvelle ligne du South Dacota ; un contrat a été passé avec la compagnie de navigation « Osaka-Shosen-Kaisha » pour le transport des marchandises entre Seattle et l'Extrême-Orient. Des travaux sont entrepris pour la construction d'une ligne électrique entre Seattle et Everett et pour le prolongement des lignes de l'Union et « Southern Pacific » connues sous le nom de *système Harriman*, entre Portland et Seattle et jusqu'à Grace Harbour.

Le Dominion fait depuis plusieurs années des efforts soutenus pour soustraire les relations avec le Nord-Ouest canadien à l'intermédiaire obligé de la voie américaine. Si ces efforts aboutissent, Seattle et Tacoma perdront, évidemment, de ce chef, un important élément de trafic.

La question d'une voie ferrée entièrement canadienne vers les champs miniers du Nord fut à l'ordre du jour, depuis le jugement rendu par l'*Alaska Boundary Commission*. Deux voies d'accès au Yukon ont été en vue : l'une, « Coast and Yukon Railway », partirait du sommet du Kitimaat (bras de mer situé à 75 000 *miles* au sud de Port-Simpson) longerait le lac Atlin, la Yukon river et irait jusqu'à la frontière de l'Alaska, après avoir touché Dawson. Le parcours de la voie ferrée projetée aurait 900 *miles*, mais comme une compagnie a déjà obtenu la concession d'un rail-

way de 135 kilomètres du Kitimaat Arm jusqu'à Hazelton, on estime avec raison que pour éviter un double emploi, la ligne devrait partir de ce dernier point qui est situé sur la Skeena River. Quoique à 400 *miles* de distance de Vancouver, Kitimaat peut être facilement atteint par bateau sans sortir des eaux canadiennes. C'est là un point important. Les Canadiens n'ont pas oublié toutes les vexations dont ils ont été l'objet de la part des autorités douanières américaines à l'époque de la découverte du Klondyke, et il est assez naturel qu'ils cherchent à éviter ces sortes de « Fourches Caudines ».

Au point de vue maritime, la nature même de sa production fait de ce pays un important générateur de fret. En effet, les marchandises lourdes, de valeur inférieure, dominent avec tendance cependant à une remarquable orientation depuis quelques années en faveur de l'extension des produits manufacturés. L'exportation se compose principalement des produits suivants : les bois et la pulpe de bois, les conserves, les poissons, les fruits évaporés, les minerais, les peaux, les céréales, les farines, les huiles. A l'entrée, les soies brutes, les rails et parties de construction en acier, les fers en barre, le plomb en saumons, le ciment, la quincaillerie, les liquides divers constituent la majeure partie du fret.

Parmi les lignes principales qui se répartissent ce mouvement, nous citerons la « Blue Funnel Line » qui de Liverpool touche à Anvers, et la « New China Commercial Steamship C° » ; puis, les grandes lignes régulières du Puget-Sund vers l'Orient, la « C. P. R. » dont les paquebots *Empress* se sont acquis une juste réputation, mais qui, depuis quatre ou cinq ans, ont à soutenir la rude concurrence de la ligne japonaise du Pacifique. On sait quelle âpreté les Japonais apportent à la lutte commerciale. Ils n'ont pas démenti le principe dans le cas présent, et l'on ne peut qu'être frappé

du soin mis par eux à donner à leurs paquebots un aspect absolument identique à celui, très particulier, des *Empress* avec leur guibre, leur coque peinte en blanc, leur double cheminée jaune, leurs lignes élégantes de grands yachts.

La compagnie norvégienne « Jebsen » vient d'inaugurer un service régulier de vapeurs avec départs toutes les quatre semaines.

Ces navires prendront du fret non seulement pour la côte du sud, mais aussi pour l'intérieur du Mexique, se mettront en rapport à Manzanillo avec le « Mexican Central ».

La compagnie « Canadian Pacific » a affrété un nouveau vapeur qui fera le service entre Victoria, Vancouver et la Colombie Britannique.

Malheureusement, ce mouvement maritime considérable ne comporte pas — on pourrait le croire — comme corollaire, un taux correspondant du fret. Au contraire, et l'Exposition qui, en 1909, fut la consécration de l'immense effort accompli en quelques années par Seattle, ne semble pas avoir apporté de modification à cet état de choses, les cours n'ont pas cessé de provoquer les plaintes de l'armement. On a coté des prix de 3 dollars la tonne du Puget-Sund en Orient ; le blé pour l'Europe : 16 sh. 3 d. ; les bois sciés en destination de Sydney : 27 sh. 6 d. à 30 sh. ; Melbourne ou Adélaïde : 27 sh. 6 d. à 30 sh. ; Port-Pirie : 26 sh. 3 d. à 27 sh. 6 d. ; Freemantle : 35 sh. ; Shangaï : 33 sh. 9 d. à 35 sh. ; Kiao-Chan : 35 sh. ; Taku : 35 sh. à 37 sh. 6 d. ; Vladivostock : 40 sh. ; la côte ouest de l'Amérique du Sud : 28 sh. 9 d. à 32 sh. 6 d. Afrique du Sud : 45 sh. à 47 sh. 6 d.

Trois voiliers engagés dans le transport des conserves de saumon en Europe ont été nolisés à raison de 27 sh. 3 d. à 27 sh. 6 d.

D'ailleurs, les affrètements en général, aussi bien pour le cabotage que pour les relations avec l'étranger,

ont été très faibles. Le seul navire qui pendant plusieurs mois ait chargé des bois de construction pour l'Angleterre a été un bateau norvégien, au prix de 21,17 sh. 6. d.

Le cabotage tient également une place importante dans le mouvement de Seattle-Tacoma. La Colombie Britannique, lors de la constitution du « C. P. R. British Columbia Coast Service », en 1904, manifesta l'intention de retirer le privilège accordé aux navires américains de participer au cabotage dans les eaux canadiennes du Pacifique. Mais en présence du mécontentement et de la menace de représailles qui se firent jour dans l'État de Washington, le Dominion n'insista pas. Le préjudice causé de ce chef à Seattle-Tacoma eût été, en effet, considérable, étant donnée l'importance de la navigation côtière dans ces deux centres, où l'armement concourt largement au ravitaillement du Yukon notamment, par les ports de Skaguay, Saint-Michaël et de Juneau.

Par contre, un obstacle considérable se dressera, pour longtemps encore, contre le développement du Puget-Sund, si favorisé cependant d'autre part. C'est l'élévation des tarifs de transport par voie ferrée. Pour parvenir à l'ouest, le railway, adducteur naturel des produits de l'hinterland, franchit d'immenses espaces inhabités ; sur des centaines de kilomètres, la voie unique ne rencontre, de loin en loin, que les installations de la compagnie, indispensables à l'exploitation, ainsi rendue coûteuse dans une mesure dont les tarifs subissent une répercussion obligée, mais défavorable au développement maritime, lequel n'augmente pas dans une proportion aussi rapide que l'accroissement urbain permettrait de le supposer.

L'avenir maritime de ces régions est vers l'ouest. Elles trouveront leur expansion naturelle dans les rapports de plus en plus fréquents, de plus en plus intenses de l'Amérique du Nord avec l'Orient. Jusqu'en ces der-

nières années, les Yankees ont pu considérer le Pacifique comme le domaine réservé à leur action. Cela a été vrai jusqu'au jour où un compétiteur nouveau s'est dressé devant eux : ce Japon, devenu en quelques années une nation militaire et commerciale de premier ordre, jadis ouvert par les États-Unis, les premiers, à l'intrusion des Blancs, et si imprudemment appuyé par ces mêmes États-Unis dans son accession au mouvement mondial.

On sait avec quelle netteté la grande république américaine a, depuis, reconnu la nécessité d'une énergique *self-defence* sur ce terrain où se joueront un jour, peut-être prochain, les destinées des races ; son veto, non exempt de quelque brutalité, mis à l'immigration jaune dans les territoires de l'ouest ; sa significative démonstration de circumnavigation navale ; la hâte fébrile avec laquelle elle achève, par le percement de Panama, la jonction de ses forces, de l'Atlantique au Pacifique ; le mouvement qu'elle dessine en faveur d'une implantation, avancée ou déguisée, dans l'Amérique centrale. C'est assez dire le rôle que joueront les grands centres maritimes de l'ouest de l'Union, donc Seattle et Tacoma, dans le duel gigantesque, et, il faut l'espérer, seulement économique, dont les premières phases ne font encore que se dessiner.

La navigation à voiles mérite une mention spéciale. Elle se divise en deux branches bien distinctes : la navigation hauturière ou de long cours, et la navigation de cabotage.

La première est tout entière aux mains du pavillon étranger. Le pavillon américain en est à peu près exclu, sinon totalement. Les marines commerciales qui détiennent ce mouvement sont, principalement, anglaise et allemande. Les voiliers français, jadis assez nombreux, ont peu à peu déserté ces parages, tant par l'effet de la législation nouvelle qui les régit,

que devant l'abaissement progressif des frets. Par contre, les voiliers anglais ont pu résister en raison de l'importance des transactions de l'Empire britannique avec l'Amérique du Nord, et ceux de l'Allemagne par l'effet des mesures très spéciales de protection dont ils bénéficient.

Quant au cabotage et au grand cabotage, il est effectué par voiliers américains ; ce sont surtout ces goëlettes célèbres dans le monde maritime, et dont les équipages limités, grâce à une disposition avantageuse de la voilure, les écoutes montées sur amortisseurs à ressorts pour permettre les empannages, font un type merveilleusement approprié aux conditions de navigation de ces parages.

L'Ouest nord-américain est presque à la veille — car en un tel domaine quelques années comptent peu — d'un événement qui va apporter un bouleversement profond dans les courants économiques mondiaux, et plus spécialement ceux qui ont comme centre d'attraction cette partie du monde : le percement du canal de Panama.

San Francisco est. plus que tout autre centre assurément. appelé à ressentir les bienfaisantes conséquences du percement de l'isthme que Seattle-Tacoma, dont l'expansion actuelle s'est plutôt dirigée jusqu'ici vers l'orient et le nord. Mais la répercussion de ce fait considérable ne s'en fera pas moins sentir avec force dans tout le Puget-Sund, dont les relations avec l'est pourront ainsi prendre une incalculable extension.

Port de Seattle

Le bassin formant le port de Seattle est constitué par une vaste baie d'environ trois milles de largeur (baie Elliott) et est entièrement formé par les terres.

L'ancrage pour les vaisseaux est situé sur le côté sud de la baie où l'on trouve de 15 à 20 brasses de fond; en outre, il existe 5 coffres avec ancre d'affourche.

Le dernier rapport publié par le maître de port contient un tableau donnant l'étendue totale des quais de Seattle qui est de 32 164 pieds anglais.

La construction d'une nouvelle cale sèche vient d'être autorisée par le Gouverneur général aux chantiers de Puget-Sund et les travaux ont été commencés.

Les chantiers maritimes de Puget-Sund qui se trouvent situés sur un bras du détroit, possèdent un excellent bassin, et donnent un emploi régulier à mille mécaniciens.

La cale sèche actuelle peut servir pour les réparations à effectuer sur les navires marchands, lorsque le gouvernement ne s'en sert pas.

La profondeur moyenne est de 40 à 50 pieds à marée basse.

Les soutes à charbon, les moulins à blé et les élévateurs de grains sont réunis sur le devant de la ville.

Un nouveau canal est en construction, qui réunira le port avec le lac Washington situé à trois milles afin de permettre aux vaisseaux d'entrer dans ce nouveau bassin. Au commencement de la baie Elliott, des dragages sont entrepris pour creuser le cours d'eau et les pentes en vue de la navigation.

Il n'existe aucun droit de port ni de phare, ni de pilotage obligatoire.

Nouvelle route commerciale. — Les marchandises sont maintenant transportées d'Europe par l'Atlantique jusqu'à Puerto-Mexico, de là à Salina-Cruz, par le chemin de fer de Tehuantepec, d'où les chargements sont expédiés à Seattle par les vapeurs de la compagnie allemande « Kosmos ».

Le nouveau port de Manzanillo, point d'aboutissement du transcontinental mexicain Vera-Cruz—Mexico-

Guadalajarra-Colima, doit, dans un avenir prochain, participer largement à ce mouvement.

Il est intéressant de noter le développement de cette route comme facteur principal de l'essor du commerce étranger et comme avant-coureur du changement qui surviendra quand le canal de Panama sera terminé.

Mouvement de la navigation du port de Seattle pendant l'année 1908

VAPEURS

Nationalités	En charge		Sur lest		Total	
	Nomb.	Tonnage	Nomb.	Tonnage	Nomb.	Tonnage
Entrées						
Anglais	454	412 511	11	17 327	465	429 838
Américains	86	108 875	153	68 108	239	175 983
Japonais	26	101 526	—	—	26	101 526
Français	7	29 217	—	—	7	29 217
Allemands	4	7 614	—	—	4	7 614
Norvégiens	—	—	1	2 960	1	2 960
Total :	577	659 743	165	88 395	742	747 138
Sorties						
Anglais	677	442 844	8	811	685	443 655
Américains	373	319 589	208	144 029	581	463 618
Japonais	28	112 127	—	—	28	112 127
Allemands	5	12 892	—	—	5	12 892
Norvégiens	1	2 413	—	—	1	2 413
Total :	1084	889 865	216	144 840	1300	1 034 705

VOILIERS

NATIONALITÉS	EN CHARGE		SUR LEST		TOTAL	
	NOMB.	TONNAGE	NOMB.	TONNAGE	NOMB.	TONNAGE
Entrées						
Anglais	40	16 705	—	—	40	16 705
Américains	8	8 659	1	156	9	8 815
Français	—	—	4	7974	4	7 974
Total	48	25 364	5	8130	53	33 494
Sorties						
Anglais	41	20 008			41	20 008
Américains	21	17 216	2	149	23	17 365
Français	2	4 024	—	—	2	4 024
Allemands	2	3 753	—	—	2	3 753
Norvégiens	1	2 011	—	—	1	2 011
Total	67	47 012	2	149	69	47 161

PORT DE TACOMA

Tacoma sur la baie Commencement, est située au point terminus de la navigation sur le Puget-Sund à 170 *miles* du Cap Flattery (lat. 47,15 N., long. 122,27 O.). C'est une ville de 150 000 habitants environ, et, après Seattle, le port le plus important sur le Sund. C'est le terminus du « Northern Pacific Railroad » et du « Northern Pacific Steamship Cy », avec un service direct pour la Chine et le Japon. Du Cap Flattery les

navires sont accompagnés par des remorqueurs. Il existe un bon ancrage avec 15 brasses d'eau, au nord du rivage de la baie avec un très bon fond. Le port possède 4 entrepôts pour les grains et 4 élévateurs avec une capacité totale de 2 900 000 *bushels*, des quais bien construits ainsi que tous les accessoires nécessaires. La profondeur, le long des quais, est de 30 pieds à marée basse.

Le grain peut être chargé à raison de 100 tonnes par heure. Il existe aussi un nouveau dock flottant de 325 pieds de long sur 100 de profondeur qui peut recevoir des vaisseaux de fort tonnage, 3 soutiers à charbon, le plus grand pouvant contenir 5000 tonnes. Des vapeurs de 4000 tonnes ont été chargés en 12 heures par l'emploi de ces soutiers.

Mouvement de la navigation du port de Tacoma pendant l'année 1908

VAPEURS

NATIONALITÉS	EN CHARGE		SUR LEST		TOTAL	
	NOMB.	TONNAGE	NOMB.	TONNAGE	NOMB.	TONNAGE
Entrées						
Anglais	19	96 347	6	19 546	25	115 893
Allemands	2	6 339	1	3 026	3	9 385
Français	1	3 176	—	—	1	3 176
Norvégiens	3	8 605	5	13 044	8	21 649
Danois	1	3 032	—	—	1	3 032
Total	26	117 499	12	35 616	38	153 135

NATIONALITÉS	EN CHARGE		SUR LEST		TOTAL	
	NOMB.	TONNAGE	NOMB.	TONNAGE	NOMB.	TONNAGE
Sorties						
Anglais	1	3018	4	10 080	5	13 098
Allemands	—	—	3	7 654	3	7 654
Français	—	—	4	7 706	4	7 706
Russe	—	—	1	1 490	1	1 590
Total	1	3018	12	26 930	13	30 048

VOILIERS

Entrées						
Anglais	1	3018	4	10 080	5	13 098
Allemands	—	—	3	7 654	3	7 654
Français	—	—	4	7 706	4	7 706
Russe	—	—	1	1 590	1	1 590
Total	1	3018	12	27 030	13	30 048
Sorties						
Anglais	22	41 573				
Allemands	6	14 314				
Français	15	29 809				
Norvégiens	2	3 448				
Suédois	1	1 436				
Chiliens	1	1 384				
Danois	1	1 325				
Total	48	93 289				

Il n'est pas de criterium plus significatif de la situation d'une place que ses « banks clearings » ou virements de banque.

En 1904, Seattle présentait de ce chef un total de 222 217 308 dollars.

En 1905, les totaux s'établissent comme suit : Seattle : 301 600 202 dollars ; Tacoma : 164 955 054 dollars.

En 1906 : Seattle : 485 920 021 dollars ; Tacoma : 204 452 372 dollars.

En 1907 : Seattle : 457 244 928 dollars ; Tacoma : 225 440 096 dollars.

En 1908 : Seattle : 388 143 127 dollars ; Tacoma : 196 257 434 dollars.

Soit, en francs, un chiffre global de 2 922 002 805.

En diminution, il est vrai, de 491 422 465 fr. sur l'exercice 1907 qui était, en francs, de 3 413 425 270.

Il faut, d'ailleurs, voir là une de ces fluctuations inhérentes à l'éclosion très rapide d'un centre d'affaires aussi considérable.

Telle est, dans son ensemble, la situation actuelle de ces points si nouveaux, et, peut-on ajouter, encore si peu connus de la généralité du public : terrain fécond ouvert à l'activité d'une race, hétérogène, assurément, dans ses éléments ethnographiques, mais singulièrement homogène dans son esprit généralisé d'initiative, de travail, de persévérance et de foi dans son avenir : ce qui suffit à expliquer les admirables résultats déjà obtenus, et à justifier les espérances les plus vastes en faveur de cette métropole de demain : Seattle-Tacoma.

Maurice Rondet-Saint.

Ancien Élève de l'École des Sciences politiques,
Conseiller du Commerce extérieur de la France.

XXXI

LES GRANDS PORTS DE L'ADRIATIQUE

Trieste, Fiume, Venise

Les trois pays baignés par l'Adriatique : l'Autriche, la Hongrie, et l'Italie, comptent chacun un grand port de commerce sur cette mer, à savoir Trieste, Fiume, et Venise. Ces différents centres maritimes présentent plusieurs caractères communs. Tous trois jouissent, dans leur milieu propre — le territoire national — du monopole du trafic extérieur par la voie de l'Adriatique. Tous trois aussi, soumis à une organisation administrative analogue, ont subi une évolution parallèle au point de vue économique et technique ; ils disposent d'installations fixes et d'un outillage susceptibles de rivaliser avec ceux des autres grands ports de commerce de l'Europe, et offrent au commerce d'importation, sous le nom de régime du *point franc* (punto franco), des facilités douanières appréciables.

Malgré ces traits de ressemblance, la participation des trois ports voisins à la vie économique de leurs pays respectifs est loin d'être comparable. Venise ne dessert qu'un hinterland assez restreint : la moitié orientale de la Haute-Italie ; l'autre moitié dépend, au point de vue maritime, du grand port méditerranéen, Gênes, et le surplus de la péninsule italique — la Basse-Italie, région où l'industrie et l'agriculture sont d'ailleurs peu développées — est tributaire de divers ports secondaires, notamment Naples et Ancône. Le rôle joué par Trieste et Fiume dans le mouvement commercial de l'Autriche et de la Hongrie est plus considérable. La

première de ces deux villes est en effet le seul point de transit maritime international de l'Empire autrichien. En outre elle est, sinon à vol d'oiseau, du moins suivant le tracé actuel des voies ferrées de pénétration partant des deux ports, plus rapprochée que son rival italien des centres de production et de consommation de l'Allemagne du Sud. Trieste est donc plus à même que lui de concurrencer les ports allemands de la Mer du Nord, moins bien placés que ceux de l'Adriatique septentrionale pour servir d'intermédiaire dans les échanges entre la Bavière et la Saxe d'une part, le Levant, les Indes et l'Extrême-Orient de l'autre. Quant à Fiume, il est l'unique port du royaume de Hongrie. Cette situation naturelle des deux villes, entre autres effets heureux, a contribué à faire converger vers elles, et principalement vers Trieste, les courants commerciaux de la Monarchie austro-hongroise.

L'histoire des trois grands ports de l'Adriatique atteste la vérité de cette assertion que la souveraineté d'un golfe est impartageable. Trieste, le *Tergeste* des anciens, a tenu jusqu'aux temps modernes une place assez effacée dans le monde maritime de l'Europe méridionale. Sous la domination romaine, la maîtrise de l'Adriatique était échue à la ville d'Aquilée. Protégé par le port militaire de Pola, ce port de commerce avait imposé sa suprématie à toute la région avoisinante. Le moyen âge consacra la déchéance d'Aquilée au profit de Venise, avantagée à la fois par son autonomie politique et par sa proximité des grands marchés de l'Europe centrale. Avec la période contemporaine, Trieste a conquis à son tour la prépondérance économique dans la région du nord de l'Adriatique.

L'évolution économique de Fiume est plus récente que celle des deux autres ports : elle date seulement de 1872. Jaloux de l'autonomie nationale, et désireux de la réaliser dans le domaine du commerce mari-

time en affranchissant le pays de la tutelle du port de Trieste, le gouvernement hongrois s'est efforcé de transformer la petite ville du golfe de Quarnero en une place de transit de premier ordre. En sorte que l'histoire de Fiume est aussi celle de la conquête par la Hongrie du titre de nation maritime et des avantages qu'il comporte.

I

LE PORT DE TRIESTE

La prospérité de Trieste au point de vue commercial et maritime tient à des circonstances très diverses. Tout d'abord, au cours du XIXe siècle, l'amélioration des moyens de communication par terre, la création de nombreux établissements manufacturiers, et surtout l'accession à la vie économique de diverses régions géographiquement placées sous sa dépendance, comme la Basse-Autriche, ont favorisé à la fois son affranchissement de Venise et l'augmentation absolue de son trafic.

L'influence de ces causes d'ordre très général n'eût pas suffi à tirer Trieste de son obscurité; mais l'initiative de ses habitants et la sollicitude des pouvoirs publics sont intervenues au moment favorable dans la lutte engagée par le port istrien pour la conquête de la souveraineté de l'Adriatique. La concession de tarifs très réduits pour le transport des marchandises par voie ferrée à destination de Trieste, l'amélioration de l'outillage du port, la construction de bassins nouveaux et, lors de la substitution du *punto franco* au port franc, la création d'une véritable cité d'entrepôts réels plus étendue que l'ancienne agglomération de magasins privés, sont les principales manifestations de cette double attitude. Une dernière mesure, actuellement en cours de réalisation, couronnera l'œuvre de transformation du port de

Trieste. La rade actuelle est mal garantie contre les tempêtes du nord. Un nouveau mouillage va être établi dans la vaste et sûre baie de Maggia, aux portes mêmes de la ville. En raison de leur coût élevé — 90 millions de couronnes — l'exécution des travaux d'aménagement de ce port auxiliaire a dû être échelonnée sur une période de plusieurs exercices.

Les défenseurs de Trieste ne se sont point contentés de mettre tout en œuvre pour assurer la prédominance de ce port sur les deux villes rivales, Venise et Fiume. Ils ont depuis longtemps engagé une vive compétition avec les ports de Brême et de Hambourg, sinon pour l'ensemble du trafic austro-allemand avec le bassin méditerranéen, du moins pour le monopole des relations entre la Haute-Autriche, l'Allemagne du Sud et la Bohême d'une part, le Levant et l'Extrême-Orient de l'autre. A cet effet, le gouvernement autrichien s'est approprié les armes de combat des rivaux du grand port national. D'accord avec la Hongrie, il a établi des tarifs combinés d'exportation. Ces taxes réduites sont applicables aux transports par lignes directes de certaines catégories de marchandises, notamment les farines, les bois travaillés, etc., d'un centre industriel ou agricole de la monarchie, ou d'un point frontière, aux principaux ports du Levant, via Trieste ou via Fiume, indifféremment. Mais, en outre, le gouvernement a élaboré et fait adopter par le Parlement, dès 1901, un programme de travaux de chemins de fer ayant pour objet l'amélioration des communications entre Trieste et l'hinterland austro-allemand. Ce plan est aujourd'hui entièrement réalisé. Deux nouvelles voies de pénétration sur l'Allemagne du Sud et la région viennoise sont ainsi substituées aux contours des anciens tracés, désormais délaissés par le trafic international. La première, la ligne Trieste-Goritz-Klagenfurth, traverse les tunnels de Wochein (6365 mètres)

et des Caravanches (7943 mètres). A la sortie de ce dernier, elle se divise en deux tronçons dont l'un oblique au sud, gagnant Villach, centre important de voies ferrées, tandis que l'autre vient se souder, à Klagenfurth, aux réseaux de l'État (ligne de Vienne) et du sud de l'Autriche (ligne de Marbourg à Innsbrück). L'emprunt de cette voie nouvelle permet de réduire de 14 heures à 10 heures la durée du trajet entre Vienne et Trieste.

La seconde voie ferrée du programme nouveau, la ligne Villach-Schwarzach se détache à Mollbruck de la ligne Villach-Salzbourg, traverse le massif des Tauern par un tunnel à double couloir d'une longueur de 8420 mètres, et vient s'embrancher à Schwarzach sur la ligne Innsbrück-Salzbourg, qui la relie au réseau de l'Allemagne du Sud. Cette voie a été inaugurée le 7 juillet 1909, soit près de quatre années plus tard que la précédente. Ses constructeurs se sont heurtés à de très grandes difficultés d'exécution, le nombre des ouvrages d'art étant considérable.

La réalisation de ce projet complexe et coûteux (1), mais parfaitement cohérent et adapté aux fins qu'il se propose, indique pour Trieste le point de départ d'une ère nouvelle : suivant la prédiction de Bismarck, la métropole de l'Adriatique deviendra un port allemand. En d'autres termes, les terres germaniques des deux côtés de la frontière, Haute et Basse-Autriche, Bavière, Saxe, etc., sont désormais les tributaires de Trieste pour leurs relations avec le Levant et l'Extrême-Orient.

Le commerce avec l'Allemagne par terre, sinon par mer, est déjà l'un des principaux courants d'affaires de la place de Trieste. Les échanges effectués par voie ferrée entre la métropole istrienne et les états du sud

(1) La dépense totale de cet ensemble de travaux excède 125 millions de couronnes.

de l'Empire germanique ont atteint en 1908 une valeur globale de 120 millions de couronnes, dont un peu plus de la moitié au départ de Trieste et le surplus à l'arrivée. Ces chiffres sont plus élevés que les nombres correspondants pour les relations par chemin de fer entre Trieste et la Hongrie (1). On peut juger par là de l'importance que va prendre désormais le mouvement commercial entre Trieste et l'Allemagne du Sud. Cette dernière région, très peuplée et centre manufacturier particulièrement actif, aura intérêt à s'approvisionner dans le grand port autrichien de produits levantins et orientaux et à écouler, par son intermédiaire, ses articles d'exportation en Turquie d'Europe ou d'Asie, en Grèce, en Égypte, aux Indes anglaises, voire en Extrême-Orient.

Le trafic maritime de Trieste présente aujourd'hui une importance considérable. Il représentait en 1908 — année moins favorable que les deux précédentes, en raison de la tension des relations austro-turques — un tonnage-marchandises global de 2 783 000 tonnes métriques, chiffre qui correspond à une augmentation de 150 °/₀ par rapport à 1878 (2).

Le mouvement des marchandises transportées de ou pour Trieste par voie de mer constitue, aujourd'hui comme il y a trente ans, 54 °/₀ du trafic total de cette place, et le mouvement par voie ferrée 46 °/₀ seulement.

Le contingent de la navigation au cabotage dans le trafic maritime est peu important : il n'excède pas

(1) Savoir, 38 millions et demi de couronnes à l'entrée et 46 millions à la sortie.

(2) Mouvement des marchandises à Trieste (voie de mer) de 1878 à 1908 :

1878	1 120 000	tonnes métriques	(valeur 492 millions de couronnes)	
1888	1 260 000	»	»	
1898	1 825 000	»	»	
1908	2 783 000	»	»	(valeur 1 milliard de couronnes).

14 % : la presque totalité du mouvement commercial entre Trieste et l'intérieur du pays s'effectue par voie ferrée (1).

La navigation internationale présente tout au contraire une importance considérable, tant au point de vue du tonnage des marchandises qu'au point de vue de leur valeur d'ensemble.

En 1908, il a été expédié de ou pour Trieste, en provenance ou à destination des ports étrangers, 2 474 000 tonnes métriques de marchandises. La part des importations dans ce total est de 76 % (2) et celle des exportations de 24 % (3), proportions à peu près constantes d'un exercice à l'autre. L'élément principal du commerce maritime de Trieste est donc l'importation.

Les principaux articles importés à Trieste sont la houille et le minerai de fer : aucun autre produit n'y débarque en quantité supérieure à 100 000 tonnes, année moyenne. En revanche, plusieurs espèces de denrées ou marchandises représentent une valeur considérable sous une faible masse. Tel est le cas des matières textiles, des filés et tissus de coton, des peaux brutes, du tabac, des huiles d'olive et des fruits des pays méditerranéens (4). Ces différents articles ont participé en 1908 à la valeur totale des importations dans la proportion de 60 %.

Parmi les pays importateurs, le premier rang appartient à l'Angleterre, sinon au point de vue de la valeur, du moins au point de vue du tonnage. La Grande-Bretagne contribue pour la moitié environ (5) au

(1) Mouvement des marchandises par voie ferrée à Trieste : 1 819 000 t. par bâtiments naviguant au cabotage : 309 000 t. Ces deux chiffres se décomposent l'un et l'autre comme suit : arrivages 56 %, expéditions 44 %.

(2) Chiffre absolu, 1 840 000 tonnes (valeur 501 millions de couronnes).

(3) Chiffre absolu, 634 000 tonnes (valeur 384 millions de couronnes).

(4) Citrons, oranges, figues, raisins secs, amandes, dattes, etc.

(5) 48 % en 1908 (la proportion à l'ensemble de la valeur des importations anglaises était de 7,5 % seulement).

mouvement des arrivages internationaux par voie de mer. Viennent ensuite, dans l'ordre — seuls les chiffres absolus varient d'une année à l'autre — l'Italie (9 % en 1908), l'Hindoustan (7 %), la Grèce (6 %) et les États-Unis d'Amérique (5 %) (1). Deux autres pays envoient à Trieste des quantités de marchandises peu considérables, mais comme ces marchandises ont une valeur spécifique élevée, leur contingent dans le chiffre d'affaires du port est très notable : ce sont l'Empire ottoman et le Brésil (2). Les autres courants de trafic ne présentent aucune importance.

Le charbon de terre, le principal élément du commerce d'importation de Trieste, représentait en 1908 un tonnage métrique d'environ 810 000 tonnes, soit une augmentation de 110 % par rapport à 1904. Ce combustible était presque exclusivement de provenance anglaise (3) ; le surplus, fait assez curieux, était d'origine et de provenance américaines. En dehors des importations proprement dites, Trieste reçoit par la navigation au cabotage des quantités appréciables (4) de charbon indigène, extrait de la mine de Carpano, située en Istrie même, gisement houiller dont la production a notablement augmenté depuis quelques années. Les arrivages par terre sont insignifiants (5).

Le minerai de fer, dont l'importation s'est élevée en 1908 à 163 000 tonnes, est de provenance très diverse : un seul des grands pays importateurs, la Grèce, prend part à ce trafic, auquel contribuent aussi l'Espagne,

(1) Tonnage absolu en 1908 : Angleterre 876 000 tonnes, Italie 163 000, Hindoustan 138 000, Grèce 111 000, États-Unis 105 000.

(2) Valeur des importations ottomanes en 1908 : 48 millions de cour. (9 1/2 %).
» » brésiliennes » 43 » » (8 1/2 %).

(3) 97 % (790 000 tonnes en 1908).

(4) 70 000 tonnes en 1908 (Production totale de la mine de Carpano : 100 000 tonnes).

(5) 1300 tonnes en 1908.

l'Algérie et la Russie (1). D'autre part, une petite quantité du même produit est amenée à Trieste par la navigation au cabotage (2).

Parmi les articles de grande valeur, il convient de retenir le café et le coton brut. Trieste est le grand entrepôt des cafés dans l'Europe méridionale, jouant ainsi le rôle tenu par Londres dans l'Europe du Nord, sans toutefois présenter une importance égale à ce point de vue. Les quantités de café importées à Trieste par voie de mer pour la presque totalité (3) se sont élevées à 718 000 quintaux en 1908 (4). Ces cafés sont d'origine brésilienne, réserve faite d'une petite quantité importée d'Arabie (via Alexandrie ou Aden) et des envois un peu plus considérables de l'île de Porto Rico (via New-York) (5). Le café du Brésil est expédié à Trieste, soit en droiture, soit par l'intermédiaire de différents ports d'Europe (6).

Le coton brut représente une valeur plus considérable encore que celle du café (7). Ce produit vient de l'Hindoustan, d'Égypte et des États-Unis. Les envois de ce dernier pays augmentent lentement d'année en année. Il n'en est pas de même des expéditions des deux précédents, les résultats de la récolte ayant présenté dans ces régions, surtout dans la première des

(1) Mouvement d'importation en 1908 : Grèce, 60 000 tonnes ; Algérie, 32 000 ; Espagne, 29 000.

(2) 20 000 tonnes en 1908.

(3) Les arrivages par terre (via Hambourg) n'ont pas excédé 1300 quintaux en 1908.

(4) Valeur correspondante, 54 millions de couronnes (11 % de la valeur totale des importations).

(5) Décomposition des arrivages de 1908 : café du Brésil, 645 000 tonnes ; de Porto Rico, 47 000 ; d'Arabie, 10 000 ; divers, 16 000.

(6) Expéditions *en droiture* du Brésil : 514 022 quintaux ; expéditions via *Londres* 44 000 ; via *Hambourg*, 43 000 ; etc. (chiffres de 1908).

(7) 80 millions de couronnes en 1908 (64 000 tonnes).

variations considérables au cours des dernières années (1).

En dehors de ces éléments dominants du trafic, les cinq grands pays importateurs envoient à Trieste divers autres articles dont le mouvement présente quelque importance. L'Italie y expédie des oranges et des citrons, dont les deux tiers restent dans le pays, le surplus étant réexporté en Allemagne, des figues, des produits en argile (briques et tuiles) ; la Grèce, des fruits secs ; les États-Unis, des phosphates floridiens, de la résine. L'huile de coton de provenance américaine trouvait autrefois un débouché important à Trieste (2) ; il n'en est plus ainsi aujourd'hui, le tarif douanier en vigueur comportant sur cet article un droit presque prohibitif (3).

Le trafic d'exportation maritime de Trieste comprend peu de matières premières, et une proportion très considérable (4) de produits fabriqués ou du moins partiellement mis en œuvre. Parmi cette dernière catégorie de marchandises, deux articles seulement présentent un tonnage supérieur à 100 000 tonnes métriques, année moyenne : les bois sciés, équarris ou travaillés (30 °/₀ du tonnage d'exportation) et les sucres, bruts ou raffinés (18 °/₀). Un grand nombre d'autres articles, malgré leur légèreté spécifique, jouent un rôle impor-

(1) Importations de coton :

	1905	1907	1908
de l'Hindoustan	25 000 tonnes	35 000 tonnes	18 000 tonnes
d'Égypte	30 000 »	34 000 »	27 000 »
des États-Unis	12 000 »	15 000 »	16 000 ».

(2) 23 000 tonnes en 1905.

(3) 40 couronnes les cent kilos (antérieurement 8 couronnes).

(4) Proportions à l'ensemble :

	Tonnage	Valeur
Matières premières (exportation et transit)	66 °/₀	86 °/₀
Produits ouvrés » »	34 °/₀	
Numéraire » »	»	14 °/₀

tant dans le commerce d'exportation maritime de Trieste, en raison du chiffre d'affaires qu'ils représentent : tels les filés et tissus de toute espèce — qui contribuent pour plus de 25 % à la valeur globale des exportations par mer — les vêtements confectionnés, le papier et, parmi les marchandises de simple transit, le café. Il convient en outre de signaler des sorties de métaux précieux, sous forme de monnaie (1).

Parmi les pays qui servent de débouché aux exportations de Trieste, le premier rang au point de vue du tonnage appartient à l'Italie, avec un pourcentage de près de moitié (2). L'Empire ottoman vient ensuite. Le contingent de ce dernier est, année moyenne, de 22 %, mais il a été légèrement abaissé à la suite du boycottage des marchandises autrichiennes par le marché turc (3). Toutefois la diminution est beaucoup plus sensible au point de vue de la valeur, la mise à l'index des produits autrichiens n'ayant affecté en réalité que les marchandises légères (4). Aucun autre pays ne fait venir de Trieste par voie de mer une quantité annuelle supérieure à 100 000 tonnes de marchandises. Le classement, refait d'après la valeur des articles, attribue la première place à la Turquie ; suivent dans l'ordre, l'Égypte — qui, en 1907, a fait avec Trieste un chiffre d'affaires supérieur à celui de l'Empire ottoman et, en 1908, un chiffre égal au sien — l'Hindoustan, l'Italie et la Grèce.

Les bois bruts ou travaillés exportés de Trieste sont, à quelques centaines de tonnes près, d'origine austro-hongroise, et y parviennent par voie ferrée. Le mouvement total des bois *sortis* de Trieste s'est élevé en

(1) En 1908, 49 millions de couronnes.

(2) En 1908, 189 000 tonnes (49 %).

(3) Tonnage absolu des exportations de Trieste en Turquie : 1906, 150 000 tonnes (21 %) ; 1908, 122 000 tonnes (19 %).

(4) Valeur des exportations de Trieste en Turquie : 1906, 139 millions de couronnes ; 1907, 132 millions ; 1908, 99 millions.

1908 à 200 000 tonnes (1) ; sur cet ensemble, le contingent du commerce international a été des neuf dixièmes. Parmi les pays destinataires, il faut citer l'Italie — qui achète les deux tiers des quantités exportées—l'Égypte et la Turquie.

Les sucres raffinés (2) sont produits en Autriche ou en Hongrie, et acheminés vers Trieste par chemin de fer, pour être immédiatement embarqués à destination de l'étranger. Le principal acheteur de ce produit est l'Empire ottoman, qui d'ordinaire prend plus de la moitié des exportations (3). Ce courant de trafic a été atteint tout particulièrement par le boycottage. Les autres pays qui s'approvisionnent de sucre à Trieste sont la Grèce, l'Argentine, l'Égypte, l'Hindoustan, etc. Aucun de ces derniers n'en prend plus de 10 000 t. par an. Les quantités de sucre réexpédiées de Trieste par la navigation au cabotage ou par voie ferrée sont peu considérables.

Les filés et tissus arrivent à Trieste par voie ferrée pour les trois quarts et par mer pour le surplus. L'industrie triestine ne comptant ni filature, ni tissage importants, les matières textiles importées à l'état brut sont expédiées par voie de terre sur les centres manufacturiers de l'intérieur du pays pour y être travaillées, et les produits fabriqués, déduction faite du contingent nécessaire à la consommation nationale, sont réexpédiés par la même voie à Trieste, et exportés par mer vers l'Empire ottoman, l'Hindoustan et l'Égypte. D'autre part, Trieste importe à l'étranger par voie de mer des tissus destinés au marché austro-hongrois (4).

L'exportation des tissus et filés de toute espèce (cotonnades, lainages, sacs et toiles d'emballage) dans

(1) Mouvement par voie ferrée : 5000 tonnes seulement.
(2) Exportation des sucres raffinés en 1908 : 126 000 tonnes.
(3) 60 % en 1907 (78 000 tonnes) ; 50 % seulement en 1908 (63 000 tonnes).
(4) Mouvement en 1908 : 10 000 tonnes.

l'Empire ottoman a été considérablement affectée par le boycottage de 1908 : la diminution du mouvement de cet article par rapport à l'année précédente atteint 40 %.

Une notable partie des marchandises débarquées à Trieste ne fait qu'y passer, l'Autriche-Hongrie n'étant pas, au moins sous leur forme actuelle, leur destination définitive. Les charbons anglais réexpédiés en Italie (1), les cotons d'Égypte ou des Indes, les tabacs de Turquie en feuilles, les fruits frais ou secs d'origine italienne ou grecque, envoyés les uns et les autres en Allemagne du Sud (2) ne sont guère que des éléments de transit. Mais le rôle d'intermédiaire ainsi joué par Trieste est tout profit pour cette ville, comme aussi pour l'économie nationale tout entière : son extension doit être encouragée sans réserve. Il n'en est pas de même d'un groupe d'opérations dont le caractère est bien différent. Des produits mi-achevés et des matières premières en provenance des pays d'outre-mer sont importés à Trieste pour en être immédiatement réexpédiés à destination d'Allemagne par voie de terre ou de mer. Ils subissent dans ce pays une transformation industrielle plus ou moins complète, et reviennent ensuite sur le marché austro-hongrois. De là un double transport dont les frais incombent définitivement au consommateur national. Cette majoration, doublée d'un manque à gagner pour l'industrie du pays, est à peine atténuée dans le bilan de l'activité économique de l'Autriche-Hongrie par le profit minime des intermédiaires triestins. C'est là une

(1) Mouvement en 1908 ; par terre : houille, 12 000 tonnes ; coke, 4000 tonnes ; par mer : houille, 7000 tonnes ; coke, 4000 tonnes.

(2) Réexpéditions en Allemagne (par voie de terre presque exclusivement) : cotons, 14 000 tonnes ; tabacs, 6000 ; oranges et citrons, 17 000 ; raisins et autres fruits secs, 8500.

situation fâcheuse, bien qu'elle se soit notablement améliorée au cours des dernières années ; elle dérive de l'insuffisance simultanée des moyens de transport vers l'hinterland autrichien et du développement de l'industrie locale. Le premier de ces desiderata a disparu aujourd'hui. Quant au second, sa réalisation ne va pas sans beaucoup de difficultés. L'industrie triestine n'avait qu'une existence nominale à la fin de la première moitié du XIXe siècle. D'énergiques efforts ont abouti à la création successive de plusieurs établissements manufacturiers importants. Outre deux chantiers de construction navale, le *Stabilimento tecnico* pour les navires de commerce, et l'arsenal du *Lloyd*, pour la flotte spéciale de cette entreprise et les navires de guerre, on compte aujourd'hui à Trieste, entre autres manufactures, une raffinerie de pétrole, deux grandes huileries, une stéarinerie et une usine pour la décortication du riz. L'importance du mouvement des matières textiles et des tissus fait regretter que Trieste ne se soit pas consacrée en partie à la filature et au tissage du coton, du lin et du jute : on n'y trouve actuellement qu'un seul établissement de ce caractère, une manufacture de sacs et de toiles d'emballage confectionnés avec le dernier de ces trois produits. — Malheureusement, à l'heure où le développement du trafic commercial de la métropole istrienne exigerait de nouvelles créations manufacturières, deux obstacles nouveaux viennent ajouter leur influence à celle de l'ancienne pierre d'achoppement de l'industrie triestine : le manque de force hydraulique. Ces causes de stagnation sont le renchérissement de la main-d'œuvre, par suite des exigences croissantes de la population ouvrière et la hausse du prix des terrains de banlieue, fruit d'une suite de spéculations immobilières. En sorte que l'accroissement du chiffre des opérations commerciales de Trieste ne se traduit pas par une augmentation

corrélative du chiffre des opérations productives. Le simple transit augmente dans de grandes proportions, tandis que les importations de matières premières ou de produits à demi transformés, et à destination, soit de l'industrie locale, soit des centres manufacturiers de l'intérieur, ne suivent pas la même courbe.

Le mouvement des navires dans le port de Trieste a augmenté parallèlement aux progrès du trafic commercial. Le tonnage d'entrée a plus que triplé depuis 1878. Il s'élevait en 1908 à 3 607 000 tonneaux (1). Le nombre des bâtiments n'a pas varié en proportion ; aussi la jauge moyenne s'est-elle élevée pendant la période considérée, de 140 tonneaux à 340. Ce dernier chiffre est faible en comparaison de ceux des autres grands ports européens (2). Cette particularité s'explique par le contingent très considérable des petits bâtiments de pêche et de cabotage entre l'Autriche-Hongrie et l'Italie : beaucoup d'entre eux ne jaugent pas 100 tonneaux.

La répartition par pavillon est la suivante : Navires austro-hongrois, 77 % du tonnage (3) ; italiens, 7 % (4) ; anglais, 11 % (5). Le surplus consiste en bâtiments allemands, russes, ottomans et helléniques.

La flotte du port de Trieste se compose de 1902 navires, jaugeant au total 407 000 tonneaux. Un dixième d'entre eux, représentant les neuf dixièmes du tonnage, appartiennent à la navigation au long cours, le surplus étant affecté au cabotage et à la pêche.

Trieste est mis en relations régulières avec la plupart

(1) Chiffre correspondant pour 1878 : 1 168 000 tonneaux (1888 : 1 369 000 ; 1898 : 2 063 000).

(2) Tonnage unitaire moyen à Liverpool, 1713 tonneaux ; à Marseille, 1111 ; à Rotterdam, 906 ; à Hambourg, 614.

(3) Tonnage absolu en 1908, 2 807 000 tonneaux ; moyen, 330 tonneaux.

(4) Tonnage absolu en 1908, 274 000 tonneaux ; moyen, 150 tonneaux.

(5) Tonnage absolu en 1908, 373 000 tonneaux ; moyen, 3000 tonneaux.

des grands ports étrangers. Il est le siège de plusieurs compagnies de navigation à services périodiques, dont la première par ordre d'importance est le *Lloyd* autrichien. Cette entreprise, en dehors de quelques lignes de grand cabotage (1), assure le service entre Trieste et les principaux pays d'Orient et de l'Extrême-Orient : Échelles du Levant, Hindoustan, Chine et Japon (2). Elle dispose d'une flotte totale de 63 navires d'une jauge moyenne de 2000 tonneaux. Le gouvernement autrichien lui a depuis longtemps accordé une subvention annuelle, en vue de développer le trafic d'exportation des produits de l'industrie nationale, et d'assurer dans de bonnes conditions l'approvisionnement de cette dernière en matières premières. Le contrat passé entre l'État et la Compagnie du *Lloyd* a été prorogé en 1905 (deux ans avant son expiration) pour une période de quinze années, à des conditions avantageuses tant au point de vue de la Société qu'à celui des intérêts généraux du pays (3).

(1) Deux départs chaque semaine sur Venise et un sur Corfou, ce dernier service comportant de nombreuses escales dans les ports dalmates et albanais.

(2) *I. Lignes de l'Extrême-Orient.* — Service mensuel entre Trieste et Kobé (Japon) avec escales à Port-Saïd, Aden, Bombay, Colombo, Penang, Singapour, Hong-kong, Shanghaï et Yokohama. Service bi-mensuel entre Trieste et Calcutta, et hebdomadaire entre Trieste et Bombay.

II. Ligne du Brésil. — Un départ tous les deux mois pour Santos, avec escales à Fiume, Bahia et Rio de Janeiro.

III. Lignes du Levant et de la Méditerranée. — *a)* Service hebdomadaire entre Trieste et Alexandrie (on touche à Brindisi). *b)* Service hebdomadaire de Trieste à Constantinople (prolongé une fois sur deux jusqu'à Odessa) avec nombreuses escales, notamment à La Canée, le Pirée, Salonique et Gallipoli. *c)* Service Trieste-Constanza (les navires touchent à Brindisi, Corfou, Patras, le Pirée, Constantinople, Bourgas et Varna (hebdomadaire). Enfin, il faut citer la ligne de l'île de Chypre (départ toutes les semaines) et celle de Batoum, bi-mensuelle (mêmes escales que celle de Constantinople) et, en outre, Smyrne et Trébizonde.

(3) Aux termes de la nouvelle convention, le *Lloyd* s'engage à maintenir les services anciens dans leur intégrité, et à faire effectuer aux navires y affectés un parcours minimum de 1 500 000 milles (le parcours réel est supérieur de plus de moitié à ce minimum). La vitesse réglementaire est augmentée. Enfin 30 bâtiments d'un tonnage moyen de 4000 tonnes devront

Les lignes de Dalmatie et du Brésil, actuellement exploitées par le *Lloyd*, vont être confiées à des sociétés filiales. Le dernier de ces deux services est d'ailleurs en voie de réorganisation : il est question de rendre les départs plus fréquents, de manière à favoriser l'exportation directe du café en Autriche, et d'affranchir le consommateur de la Monarchie du tribut actuellement payé aux intermédiaires du transport par mer ou par terre de cette denrée (Angleterre, Allemagne et France).

La seconde compagnie de navigation ayant Trieste pour point de départ est d'importance plus modeste. L'*Union autrichienne de Navigation* ne peut mettre en ligne qu'une flotte de 23 navires, jaugeant au total 64 000 tonnes. Elle est aussi subventionnée par le gouvernement, et assure les relations de la Monarchie avec l'Amérique (1). Depuis quatre ans, elle a organisé un service périodique entre Trieste et le Mexique, avec de multiples escales, notamment à Dakar et aux Antilles françaises. D'autres créations sont à l'étude. Cette corporation en est encore à ses débuts, n'ayant été constituée dans sa forme actuelle qu'en 1905, par la fusion de deux compagnies secondaires, la Compagnie Austro-Américaine et la maison d'armement Cosulich fils. Quatre navires de grande dimension ont été récemment mis en chantier.

être construits, la moitié dans un délai de cinq ans, l'autre moitié au cours des sept années suivantes. En échange de ces concessions, le gouvernement élève la subvention annuelle à 7 234 000 couronnes et consent à la Société une avance immédiate de 6 millions de couronnes remboursable sans intérêt en neuf annuités.

(1) Principales lignes. — 1° *Amérique du Nord :* Trieste-New York, Trieste-Nouvelle-Orléans, Trieste-Galveston, Trieste-Pensacola et Trieste-Savannah (sans escales).

2° *Ligne de l'Amérique du Sud :* Trieste-La Plata (avec escales à Naples, Las Palmas, Montevideo et Buenos Aires). Il y a en outre un service entre Trieste et Vera Cruz, un autre sur l'Amérique Centrale et une ligne Trieste-Bombay-Calcutta, concurrente de celle du *Lloyd*.

Les autres sociétés ne font que des opérations de cabotage. La fusion des quatre entreprises les plus importantes (1) de cette catégorie, négociée pendant cinq ans, est accomplie aujourd'hui. La nouvelle société *Dalmatia*, qui fonctionne seulement depuis le 1er janvier 1908, va recevoir une subvention postale du gouvernement. Le projet de convention vient d'être soumis aux Chambres. Cette initiative, en développant le trafic par cabotage, ne peut que contribuer à la prospérité du grand port autrichien.

II

LE PORT DE FIUME

Si le concours du gouvernement autrichien a beaucoup contribué à l'évolution économique de Trieste, le rôle joué par l'État hongrois dans le développement du trafic commercial et maritime du port voisin a été plus considérable encore. Sans l'intervention des pouvoirs publics, Fiume serait resté le petit port de cabotage qu'il était il y a quarante ans.

Si la situation naturelle de Fiume, au bord du golfe de Quarnero, à l'abri des tempêtes du large, était assez favorable, cette ville était moins bien partagée sous d'autres rapports. Trois obstacles s'opposaient à l'extension de ses débouchés : l'insuffisance des voies de communication par terre, la vassalité du port vis-à-vis de Trieste au point de vue des services maritimes réguliers, et le manque d'industrie locale. Le gouvernement hongrois est parvenu après une longue lutte à triom-

(1) Aucune de ces sociétés n'avait son siège à Trieste, mais toutes le desservaient. Ce sont les maisons d'armement Pio Negri (de Sebenico), Rismondo frères (de Macarsca), Serafino Topich (de Lissa) et la *Navigazione à vapore Zaratina* (de Zara).

pher des deux premiers ; l'initiative individuelle a fait le reste.

Avant 1875, Fiume n'était desservi que par une seule ligne de chemin de fer : cette artère unique, appartenant au réseau sud-autrichien, n'était que le prolongement des diverses voies aboutissant à Trieste. C'était là une situation très préjudiciable pour Fiume, puisque sa rivale autrichienne, mieux partagée au point de vue des communications, pouvait drainer au détriment du port hongrois le trafic de Croatie et de Slavonie, ne lui laissant qu'une sphère d'influence très restreinte. Mais la construction de la ligne directe Budapest-Fiume par Agram a réduit ce détournement de trafic ; d'autre part, devenu maître absolu des tarifs de voie ferrée à la suite du rachat général des chemins de fer, l'État magyar les a abaissés au minimum, favorisant ainsi l'exportation des produits hongrois via Fiume. Plus tard, d'accord avec le gouvernement autrichien, des tarifs combinés ont été créés en vue de développer l'ensemble des exportations de la Monarchie.

La question des transports par voie ferrée étant réglée, restait à résoudre celle des services maritimes. Faute d'installations suffisantes, faute surtout d'organisation, Fiume n'avait pas encore de grande compagnie de navigation vraiment autonome. Il n'était desservi que par des escales. C'est en 1892 que le gouvernement hongrois s'est affranchi partiellement de la tutelle du *Lloyd* autrichien, en provoquant la formation d'une compagnie hongroise de navigation : l'*Adria*. Entretemps les pouvoirs publics du pays magyar ne craignaient pas de demander à la nation de lourds sacrifices pécuniaires en vue de doter le port national d'un outillage économique et d'installations maritimes dignes des espérances fondées sur lui. Le premier plan de ces travaux, établi par les ingénieurs de l'État, avait été

soumis à l'approbation d'un expert français, M. Pasqual, ingénieur à Marseille. Le développement du trafic ne tarda pas à le rendre insuffisant, et un nouveau projet dut être élaboré avant l'achèvement du premier. Ce programme, aujourd'hui presque complètement mis à exécution, a nécessité de 1872 à 1908 un ensemble de crédits s'élevant à 81 millions de couronnes. Il se compose, entre autres éléments, d'un port principal protégé par cinq môles contre les tempêtes du large et deux mouillages secondaires, le port aux bois et le port aux pétroles. Après la terminaison complète des travaux, Fiume ne comptera pas moins de 6159 mètres de quais, d'une profondeur de 5 à 8 m. 50 ; il pourra abriter 51 vapeurs et 120 voiliers en même temps (1). Outre les installations maritimes proprement dites, les autorités compétentes ont fait établir de vastes entrepôts (2), un élévateur de grains du modèle américain, et un outillage très perfectionné, notamment une grue roulante de soixante tonnes (3). Toutefois la majeure partie des opérations de manutention sur les quais se font à la main, ce mode de procéder ayant été jugé plus économique que la force mécanique. De récentes grèves des débardeurs ont fait sentir les inconvénients de cette méthode. Une lacune non moins regrettable du programme de 1872 est l'absence de bassin de radoub. Mais la société de constructions navales *Danubius* est en train d'en construire un (4).

Dès 1905, avant l'achèvement complet des travaux entrepris depuis trente ans, le Parlement hongrois a

(1) La superficie des bassins est de 54 hectares, et leur profondeur maxima de 25 mètres.

(2) Ces entrepôts peuvent contenir 9000 charges de wagon et les terre-pleins en peuvent recevoir 6000.

(3) La longueur des voies ferrées des quais est de 63 kilomètres.

(4) Cette construction est aujourd'hui achevée. La forme de radoub a 75 m. de long et 20 m. de large ; elle peut recevoir un navire de 3750 tonneaux de jauge.

ordonné l'exécution de nouveaux ouvrages, dont le coût estimatif dépasse 4 millions de couronnes, et notamment l'établissement d'un dock flottant.

La création d'établissements industriels à Fiume est venue assurer à ce port le troisième facteur indispensable à son développement. En dehors de l'usine des torpilles Whitehead — dont les produits appartiennent à une catégorie un peu trop spéciale pour offrir un grand intérêt économique — les principales manifestations de l'activité manufacturière de Fiume sont les raffineries de pétrole, les fabriques de pâtes alimentaires, les manufactures de tabacs, les tanneries et les chantiers de constructions navales. Ces derniers, notamment ceux de la société « Danubius », travaillent presque exclusivement pour la marine de guerre de la Monarchie. Quant aux tanneries, le nouveau tarif douanier, en mettant fin aux avantages accordés précédemment aux cuirs italiens, semble devoir encourager l'extension de leur chiffre d'affaires. Le dernier venu dans l'ordre chronologique parmi les établissements industriels de Fiume est un abattoir de vastes dimensions. Le renchérissement du coût des subsistances en Hongrie, constant depuis une dizaine d'années, a particulièrement affecté le prix de la viande. Afin de laisser au moins un bénéfice à l'industrie nationale, la Monarchie, qui avait maintenu l'ancienne taxe à l'importation du bétail vivant, a élevé le tarif d'entrée des viandes fraîches. Les fondateurs de l'abattoir de Fiume avaient espéré ménager à cet établissement une place marquante dans l'industrie nationale, en le transformant, peu après sa création (qui date de 1905), en fabrique de conserves. Mais ce projet survécut peu à la campagne menée en Amérique contre les « packers », qui en avait été l'inspiratrice. En sorte que l'abattoir de Fiume n'a qu'une importance purement locale. Ses installations n'en sont pas moins considérables : elles

permettent d'abattre simultanément 150 bœufs, 1000 moutons et 150 porcs.

Tant d'efforts ne pouvaient rester infructueux. Le mouvement commercial maritime de Fiume a considérablement augmenté depuis trente-cinq ans : il a presque décuplé. Si l'on se borne aux cinq dernières années, l'accroissement est de 10 %. En 1908, dernier exercice connu, le tonnage des marchandises transportées de ou pour Fiume par voie de mer s'est élevé à 1 468 000 tonnes (1) dont 44 % à l'entrée et 56 % à la sortie. Ces proportions varient dans une certaine mesure d'une année à l'autre, en raison de l'instabilité de plusieurs éléments importants du trafic, mais la prédominance des sorties sur les entrées, quoique plus ou moins considérable suivant les exercices, ne s'est jamais démentie pendant toute la période considérée (2).

La plus grande partie du mouvement commercial de Fiume correspondant à des opérations de transit, la consistance de son trafic étant, au point de vue de la nature des marchandises, à peu près la même qu'à Trieste. Mais parti de plus bas que son émule autrichien, Fiume ne se heurte point comme lui dans ses tentatives d'extension industrielle au manque de force hydraulique, et tout porte à croire que l'élément productif de son trafic croîtra proportionnellement plus vite qu'il ne le fera dans le port rival.

La part du mouvement maritime dans l'ensemble du trafic commercial de la place de Fiume est sensiblement égale à celle du mouvement par voie ferrée. Mais l'équilibre ne se retrouve plus si l'on examine séparément le tonnage d'entrée et le tonnage de sortie. Les trois cinquièmes des arrivages ont lieu par voie ferrée,

(1) Chiffres correspondants : 1872, 160 000 tonnes. — 1883, 580 000 tonnes. — 1893, 1 105 000 tonnes. — 1903, 1 245 000 tonnes.

(2) Proportion des exportations à l'ensemble : 1883, 73 %. — 1893, 56 %. — 1903, 66 %.

et deux cinquièmes seulement pas mer. Ces proportions sont renversées en ce qui concerne les expéditions (1).

Si l'on envisage maintenant le trafic commercial maritime seul, on constate que la navigation au petit cabotage y participe dans une mesure peu considérable. Son contingent dans le tonnage général des marchandises embarquées ou débarquées n'excède pas 20 %, contre 80 % pour la navigation internationale.

Le mouvement des importations par voie de mer s'est élevé à 532 000 tonnes en 1908 (2), contre 7000 à peine pour les importations par chemin de fer (3).

Parmi les pays qui importent des marchandises à Fiume, la première place au point de vue du tonnage revient à l'Angleterre, dont le contingent dans le mouvement global est de 32 % en 1908. Ce contingent a notablement augmenté depuis cinq ans. Les importations anglaises consistent presque exclusivement en charbon (4).

L'Hindoustan, à qui appartient la seconde place, a contribué en 1908 dans la proportion de 23 % au tonnage d'importation. Ses envois à Fiume comprennent surtout du riz et des matières textiles, éléments de trafic l'un et l'autre très instables.

Viennent ensuite l'Italie (15 %) et les États-Unis (9 %) ; le premier de ces pays importe à Fiume des oranges et citrons, articles dont il a le monopole sur le marché austro-hongrois, des tuiles et des briques ; le second y envoie des phosphates, du coton et des métaux ouvrés.

Aucun autre pays n'expédie *directement* à Fiume

(1) Total des expéditions et arrivages par voie ferrée en 1908 : 1 442 000 tonnes.

(2) Valeur correspondante, 105 millions de couronnes.

(3) Les arrivages par voie ferrée comprenaient 98 % de marchandises austro-hongroises et 2 % seulement de marchandises étrangères.

(4) En 1908, la part du charbon dans le tonnage total des importations anglaises s'est élevée à 90 %.

par voie de mer ou de terre une quantité de marchandises supérieure à 50 000 tonnes par an. Il convient toutefois d'observer que la majeure partie des articles envoyés d'Allemagne à Fiume sont transbordés à Trieste ; entrant en Hongrie sur des navires battant pavillon austro-hongrois, ces produits perdent leur nationalité et figurent dans les statistiques douanières comme marchandises autrichiennes.

Les exportations maritimes de Fiume — 625 000 tonnes en 1908 — ont pour principales destinations l'Italie (25 %), l'Angleterre (18 %), l'Hindoustan (15 %) et la France (11 %) qui sont les seuls à prendre plus de 50 000 tonnes de marchandises par an (1).

L'Italie fait venir de Hongrie via Fiume des bois de chauffage et de construction, des eaux minérales et de la farine de blé ; l'Angleterre, divers articles dont aucun ne présente une réelle importance.

Les exportations de marchandises hongroises vers les Indes anglaises ont considérablement augmenté en 1908 par rapport à la moyenne des exercices précédents. Cet accroissement, qui atteint 140 %, est dû exclusivement au sucre raffiné. Tout permet d'espérer qu'il se maintiendra dans l'avenir.

La France, reléguée au quatrième rang en 1908, fait venir de Hongrie, par Fiume, des bois semi-ouvrés (traverses, douelles, etc.) et des haricots.

Envisagé au point de vue de sa consistance et non plus de sa répartition par pays, le trafic d'importation du port de Fiume comprend principalement les marchandises suivantes : houille, céréales, fibres végétales, peaux brutes, tabacs en feuilles, oranges et citrons, engrais artificiels.

(1) Tonnage absolu en 1908 : Italie, 158 000 tonnes. — Angleterre, 115 000 tonnes. — Hindoustan, 93 000 tonnes. — France, 68 000 tonnes.

Parmi ces produits, celui qui présente le tonnage le plus élevé, année moyenne, est la houille. Ce combustible vient presque exclusivement d'Angleterre (1), soit directement, soit par transbordement à Trieste (2).

Le mouvement des céréales, moins important d'ordinaire que celui des charbons, se décompose en deux éléments : le riz et le maïs. L'importation du riz est à peu près constante d'une année à l'autre : elle oscille aux environs de 100 000 tonnes par an (3). Le monopole de l'approvisionnement en riz du marché hongrois appartient en fait à l'Hindoustan ; les acheteurs magyars ne s'adressent aux pays d'Extrême-Orient que dans les années de famine aux Indes. Le trafic du maïs est au contraire très instable. La Hongrie, cultivant cette céréale sur une grande échelle, en exporte les années où la récolte est abondante, et en importe quand elle est déficitaire (4). Quand le déficit de sa récolte de maïs est très important, le marché hongrois fait appel, non seulement à la Roumanie et à l'Empire ottoman, ses fournisseurs ordinaires, mais encore et surtout à la République Argentine et aux États-Unis (5).

Au total, les importations de céréales de toute espèce se sont élevées à 280 000 tonnes en 1905, année très défavorable pour l'agriculture hongroise, et à 120 000 tonnes seulement en 1908, exercice plus satisfaisant au point de vue agricole.

Le tabac en feuilles présente une valeur considérable

(1) En 1908, il a été importé à Fiume 154 000 tonnes de charbon, contre 65 000 seulement en 1905. Le chiffre correspondant pour 1907 avait été exceptionnellement élevé : 420 000 tonnes.

(2) 37 000 tonnes de charbon anglais ont été importées à Fiume via Trieste en 1908, et quelques centaines de tonnes via Venise.

(3) 99 000 tonnes en 1908 (90 000 en 1905).

(4) Importations de maïs à Fiume : 1905, 180 000 tonnes; 1908, 3500 tonnes.

(5) En 1905, le contingent de l'Argentine dans l'importation totale de maïs à Fiume s'est élevé à 83 % et celui des États-Unis à 14 %.

sous un volume médiocre (1). Il vient de Turquie, des Iles Philippines et des États-Unis.

Les matières premières de l'industrie textile se présentent à Fiume en quantités bien moindres qu'à Trieste : leur mouvement n'a pas excédé, en 1908, 26 000 tonnes, dont les trois cinquièmes de jute, le surplus représentant du coton et du chanvre (2). L'Hindoustan est le seul pays importateur de jute ; il contribue avec les États-Unis aux importations de coton brut.

Ces matières premières ne sont pas mises en œuvre sur place ou tout au moins en Hongrie même. En raison de l'insuffisance de l'industrie textile transleithane, elles sont immédiatement réexportées en Autriche ou même en Allemagne pour y être travaillées.

Les oranges et citrons (3) sont presque exclusivement de provenance italienne.

Les importations d'engrais augmentent d'année en année à Fiume. L'agriculture hongroise est en effet obligée de faire un usage de plus en plus fréquent des stimulants agricoles. Malgré la concurrence de Trieste, le chiffre des importations directes à Fiume a passé de 3500 à 48000 tonnes au cours des cinq dernières années. Les engrais importés à Fiume consistent presque exclusivement en phosphates, dont la moitié environ sont de provenance américaine ; la plus grande partie du surplus vient de l'Afrique du Nord (Tunisie et Algérie). Les importations algériennes en particulier ont plus que triplé pendant la période considérée.

L'importation directe des denrées coloniales à Fiume, notamment celle du café, a notablement augmenté depuis le début du xxe siècle. Sans doute aujourd'hui encore le marché hongrois est tributaire, pour une par-

(1) 4000 tonnes en 1908.
(2) Le chanvre est en très petite quantité.
(3) Importation en 1908 : 14 000 tonnes.

tie de sa consommation de cette denrée, des principaux entrepôts européens, comme Trieste, Londres et Hambourg ; mais tout permet d'espérer qu'il sera bientôt à même de se passer de leur intermédiaire (1).

Les exportations de Fiume comprennent trois articles importants par le fret qu'ils représentent : les bois, les sucres et les farines. Mais il convient de citer en outre, en raison de leur chiffre d'affaires, le tabac et les eaux minérales.

Le mouvement des farines, quoique facilité par des tarifs très réduits dits *tarifs combinés*, a diminué de 45 °/₀ durant les cinq dernières années. Il n'excède pas actuellement 60 000 tonnes par an. Le trafic des produits de la forêt consiste pour les trois quarts en bois sciés et équarris, le surplus comprenant des traverses et des douelles en quantités sensiblement égales. Il est lui aussi en décroissance, bien que ce phénomène soit moins marqué : la diminution est de 27 °/₀ par rapport à 1898 ; aujourd'hui il est d'environ 250 000 tonnes par an : elle porte presque exclusivement sur les douelles, qui s'écoulent principalement en France ; depuis quelques années en effet, les acheteurs français, rebutés par l'augmentation du prix de cet article en Hongrie, se sont adressés en Roumanie, en Russie, et aux États-Unis, abandonnant ainsi leurs anciens fournisseurs.

L'établissement à Fiume de scieries mécaniques favoriserait l'exportation par ce port des bois d'œuvre et d'industrie. Actuellement 80 °/₀ des produits forestiers exportés de Hongrie sur l'Allemagne et la Suisse sont expédiés à l'état brut par la Saxe et le Danube jusqu'à Ratisbonne.

Le sucre est exporté de Fiume sous trois formes :

(1) En 1908, il a été débarqué à Trieste à destination de l'intérieur de la Hongrie 9000 quintaux de café, et sur 36 000 quintaux débarqués à Fiume 10 000 seulement venaient directement du Brésil.

brut (30 %) sur la Grande-Bretagne ; cristallisé (62 %) sur l'Empire ottoman, la Turquie et divers autres pays ; enfin raffiné (8 %) sur la Turquie. Au total, le mouvement de ce produit vers l'étranger a augmenté de 16 % depuis cinq ans ; il atteint aujourd'hui 180 000 tonnes.

Les principaux débouchés des eaux minérales hongroises sont l'Angleterre et les États-Unis, qui en prennent chacun plus de deux millions de bouteilles par an. Quant au tabac en feuilles, la moitié des quantités exportées est à destination de la France, et l'autre moitié se répartit entre plusieurs autres pays.

Le trafic maritime de Fiume s'est considérablement accru depuis trente ans : il a décuplé au point de vue du tonnage, et le nombre des navires a plus que triplé (14 %). Par suite, le tonnage moyen a passé, pendant cette période, de 81 à 241 tonneaux. Le tonnage absolu aux entrées atteignait, en 1908, 2 103 000 tonneaux (1).

La part du pavillon austro-hongrois dans le mouvement total des navires (2) est de 71 % ; elle n'a pas sensiblement varié depuis cinq ans. Deux pavillons étrangers seulement présentent quelque importance : celui de l'Angleterre (20 %) et le pavillon italien (6 %). Le premier s'est maintenu, sans plus, pendant la période considérée ; le second est en diminution d'un tiers (3).

(1) Chiffres correspondants : 1905, 2 160 000 tonneaux. — 1907, 2 165 000 tonneaux. — 1892, 810 000 tonneaux. — 1878, 212 000 tonneaux.

(2) Les statistiques ne se prêtent pas à la distinction entre la navigation au petit cabotage et la navigation internationale ; on peut néanmoins évaluer le contingent de cette dernière à près de 90 %, comme à Trieste.

	Autriche-Hongrie	Angleterre	Italie
(3) Tonnage absolu	1 500 000 tonneaux	408 000	120 000
» moyen	2 000 { vap. 2 300 / voil. 29	3 000	125 { vap. 800 / voil. 45

(chiffres de 1908).

La presque totalité du tonnage de Fiume (1) correspond à des navires à vapeur ; l'Angleterre, suivant son habitude, n'en envoie pas d'autres. La moitié environ des voiliers sont de nationalité austro-hongroise, et l'autre moitié battent pavillon italien.

En vue de libérer le port national de sa vassalité envers Trieste, le gouvernement hongrois a encouragé pécuniairement trois entreprises de navigation qui ont leur port d'attache à Fiume : l'*Adria*, la *Levante* et l'*Ungaro-Croata*. Ces sociétés jouent aujourd'hui un rôle important dans le mouvement des échanges internationaux de ce port : en 1908, elles ont transporté 50 % du tonnage-marchandises en provenance ou à destination des pays étrangers.

La Compagnie *Adria* a été fondée en 1892. Aux termes d'un arrangement conclu avec l'État, elle s'est engagée, moyennant l'allocation d'une subvention annuelle de 1 140 000 couronnes, à maintenir aux lieu et place du *Lloyd* autrichien des relations régulières entre Fiume et les principaux ports d'Europe (notamment Londres, Liverpool, Hambourg, Anvers, sur la Mer du Nord, Marseille, Venise, Gênes, sur la Méditerranée) ainsi que New-York (2).

(1) 95 % environ.

(2) Services réguliers assurés par l'*Adria* :

Ligne de l'Afrique du Nord. — Départs bimensuels pour Tanger, avec escales à Malte, Tunis, Alger et Oran dans les deux sens, à Malaga, Catane et Trieste au retour seulement, à Messine et Gibraltar à l'aller seulement.

Ligne de Marseille. Service hebdomadaire avec escales à Malte, Messine, Palerme et Naples. En outre, Trieste et Bari sont desservis à l'aller ; Nice et Gênes au retour.

Ligne d'Espagne. — Relations hebdomadaires entre Fiume et Valence (escales à Bari, Catane, Messine, Palerme, Gênes et Marseille ; à l'aller, Naples et Barcelone ; au retour, Trieste).

Ligne de l'Atlantique. — Chaque mois : 2 départs pour New-York, 8 départs pour Londres (dont 5 ont Hull pour destination définitive), 8 pour Liverpool, 2 pour Glasgow (avec escales à Trieste et Lisbonne), 2 pour Anvers, pour Rotterdam et pour Amsterdam (par services distincts), 4 pour Hambourg, 2 pour Rouen et le Havre, selon les circonstances, et 2 pour Bordeaux (avec escale à Trieste).

La Société possède une flotte totale de 31 navires, jaugeant en moyenne 3300 tonneaux.

Les contrats de subvention entre le gouvernement magyar et les deux autres entreprises à services réguliers sont de date récente. La *Levante* (Société Hongroise du Levant), assure, au prix d'une allocation annuelle de 180 000 couronnes, un service tri-mensuel entre Fiume et Constantinople, prolongé une fois par mois sur Alexandrie (1). Elle dispose de 7 bâtiments d'un tonnage moyen de 1750 tonneaux.

L'*Ungaro-Croata* est une compagnie de navigation au cabotage, qui dessert le littoral de Dalmatie et les ports italiens d'Ancône et de Venise (2). Sa subvention, récemment augmentée, s'élève actuellement à 590 000 couronnes.

La navigation libre au long cours est représentée à Fiume par diverses sociétés dont les unes ont organisé des services réguliers et les autres chargent suivant les besoins du commerce. La première catégorie comprend le *Lloyd* autrichien, la Compagnie anglaise *Cunard* et deux maisons d'armement, les Compagnies *Freitas* et *Wilson*, l'une de Hambourg, l'autre de Londres. Celle-ci assure deux services mensuels entre Hull, Londres et Fiume. La précédente exploite une ligne à un départ par quinzaine entre son port d'attache et Fiume.

Le *Lloyd* autrichien ne fait à Fiume qu'un service d'escale. En l'absence d'entreprise hongroise assurant les relations de ce port avec l'Afrique, le Mexique et

(1) Marche des services de la *Levante :* trois voyages par mois sur Galatz, Constanza, Varna, Bourgas et Constantinople. L'un de ces services est prolongé sur Alexandrie.

(2) Principaux services :

1° *Ligne de l'Italie.* — Trois départs par semaine pour Ancône, six pour Venise (trajet en dix heures pour les deux destinations).

2° *Ligne du littoral.* — Dix départs chaque semaine pour Zara, six de ces services continuent jusqu'à Cattaro, avec escales dans tous les ports de la côte dalmate ; un service tous les quinze jours pour Antivari et Dulcigno.

l'Amérique du Sud, Fiume continue d'être tributaire de Trieste pour son trafic commercial avec ces pays. Ce trafic dépend donc du bon plaisir de l'Autriche. Lors du dernier renouvellement du contrat passé entre les pouvoirs publics cisleithans et le *Lloyd* (1907), l'entente n'ayant pu s'établir entre les gouvernements autrichien et hongrois au sujet de la fixation des escales, le *Lloyd* a été dispensé de l'obligation de desservir le port de Fiume. La compagnie a néanmoins décidé de maintenir *provisoirement* l'escale de Fiume pour les services qui la comportaient sous l'empire de l'ancienne convention. On voit combien était précaire la situation faite au port hongrois. Heureusement un accord entre les deux gouvernements de la Monarchie a fini par s'établir au début de l'année 1908. Mais, aux termes de l'arrangement intervenu, « l'escale à Fiume n'a lieu qu'avant le départ régulier de Trieste, et après l'arrivée dans ce port ». En d'autres termes, les relations entre la ville maritime hongroise et ses meilleurs correspondants sont assurées, non point par une escale au sens propre du mot, mais seulement au moyen d'un parcours supplémentaire ajouté au service de ou pour Trieste.

La *Cunard Line* assure un service bimensuel entre Liverpool et Fiume. En outre, elle affecte d'une manière permanente quatre grands navires (1) à une ligne Fiume–New-York sur laquelle les départs sont hebdomadaires. Elle assure le transport des marchandises, mais aussi et surtout celui des émigrants ; en échange d'une subvention de 20 000 livres sterling, la société *Cunard* s'est engagée vis-à-vis du gouvernement hongrois à transporter aux États-Unis un minimum annuel de 30 000 émigrants à des conditions de tarif très avantageuses.

(1) Tonnage unitaire, 7 000 tonnes.

La deuxième catégorie est constituée par trois entreprises principales, qui disposent chacune d'une flottille peu importante : l'*Ungaro-Croata Libera*, entreprise de cabotage, l'*Atlantica*, qui charge de Fiume pour les ports anglais ou vice versa, et l'*Oriente*.

III

LE PORT DE VENISE

L'histoire maritime de Venise depuis le début du XIXe siècle jusqu'à nos jours présente peu d'intérêt. La résurrection économique de l'ancienne cité des doges, tombée en décadence à la suite des guerres de la Révolution française et du Premier Empire, est de date récente : elle remonte à peine à une trentaine d'années. Ce retour de prospérité s'explique par un ensemble de faits dont l'unification politique de l'Italie a été le point de départ, notamment l'achèvement du réseau des voies ferrées dans la région nord-est de la Péninsule et le développement de l'industrie manufacturière en Lombardie. La transformation de Venise au point de vue maritime a suivi de près ces événements.

C'est qu'en effet l'ancien port de Venise, constitué par le *bassin de Saint-Marc* et le *canal de la Giudecca*, se prêtait fort mal aux exigences de la navigation moderne ; sauf à l'extrémité de la rive nord du canal — où elle atteint 10 mètres au niveau des quais — la profondeur de l'eau n'est pas suffisante pour permettre aux navires d'accoster. Aussi, lors de la construction d'une gare maritime (1846) à Venise, il ne fut pas possible de la raccorder au vieux port. Par suite, les marchandises arrivant de la mer devaient subir un premier transbordement dans les magasins de la

Ville *(fondaci)*, d'où elles étaient réexpédiées, suivant le cas, par eau ou par voie ferrée.

Le prolongement jusqu'à Trieste de la grande artère Milan-Venise, la construction de la ligne d'Innsbrück à Udine par le col du Brenner, et surtout l'ouverture du canal de Suez, par les perspectives d'augmentation du trafic que ces mesures firent apparaître décidèrent le gouvernement italien à la création d'un nouveau port, d'une superficie de 17 hectares (1). Ces travaux, confiés à l'Administration des chemins de fer, et considérés comme faisant partie de son domaine, se poursuivirent de 1868 à 1880. Ils comportaient 1117 mètres de quais, dont la moitié était accostable pour les navires calant 8 mètres, et le surplus accessible aux navires d'un tirant d'eau de 4 à 6 mètres, suivant les points : ces quais étaient sillonnés de huit kilomètres et demi de voies ferrées, avec raccordement à la gare maritime. Plusieurs magasins nouveaux étaient construits en bordure des quais. Enfin le port était doté d'un outillage peu considérable, mais suffisant eu égard aux besoins du trafic.

Durant les premières années, les installations nouvelles furent réservées au transit des marchandises en provenance ou à destination de la voie ferrée. Mais cette règle, enfreinte dès le début en ce qui concerne les navires à cargaison mixte, disparut définitivement en 1891. Entretemps, le trafic s'était accru dans des proportions telles qu'il avait fallu renouveler et augmenter l'outillage, tripler la longueur des voies ferrées, prolonger celle des quais, et approfondir les bassins. Actuellement le développement total des quais du port (y compris ceux de la rive nord du canal de la Giudecca) atteint 3009 mètres (2), et les voies ferrées qui

(1) La superficie de l'ancien port est de 133 hectares.

(2) Dont 1266 mètres de quais accessibles aux navires calant 9 mètres, et

les sillonnent présentent une longueur totale de 26 kilomètres. De nombreux appareils de transbordement sont mis à la disposition du commerce.

Si l'organisation administrative du port de Venise ne diffère pas notablement au point de vue théorique de celle des autres grands ports européens non investis de l'autonomie, elle s'en écarte considérablement en fait, étant donné le rôle prépondérant joué par l'Administration des chemins de fer dans la gestion de ses intérêts. Cette dernière est investie dans le *nouveau port*, qui est considéré comme faisant partie de son domaine, d'attributions exorbitantes du droit commun. Jusqu'en 1898, elle se trouvait souvent en contestation avec les autres autorités dont dépendait l'ensemble du port, comme la Capitainerie et le Génie civil. A cette époque intervint un Décret royal qui institua, sur la demande des corps constitués, une *Commission permanente des services du port de Venise*. Cette institution est très différente du *Consorzio* créé à Gênes par une loi de 1903 ; outre qu'elle ne tire pas son origine d'une décision du législateur, elle est, en droit tout au moins, purement consultative. Mais en raison de sa composition (1), elle dispose en fait de moyens d'action considérables : ses membres sont, les uns chefs de service, les autres représentants des intérêts généraux, et elle est présidée par le préfet de Vénétie, qui est investi en cette dernière qualité d'un pouvoir réglementaire très étendu.

Dès lors, la Commission permanente ne se borne

1179 mètres accessibles aux navires d'un tirant d'eau n'excédant pas 8 m. D'autre part, la construction de 1000 mètres de quai (profondeur du bassin correspondant, 9m,50) est en cours d'exécution.

(1) La *Commission Permanente* est ainsi composée : le préfet de la province de Vénétie, *président* ; le capitaine du port, l'ingénieur en chef du Génie civil, le directeur de la douane, le directeur régional des chemins de fer, le maire de Venise, un inspecteur du contrôle des voies ferrées, et un représentant de la Chambre de Commerce, *membres* (Décret royal du 9 juin 1898).

pas à coordonner l'action des différents services d'État et corps constitués qui coopèrent à la gestion des intérêts maritimes de Venise : en pratique, les avis qu'elle donne ont la valeur d'une décision d'autorité : elle administre en fait, laissant à chacun de ses membres l'exécution matérielle, en ce qui le concerne, des mesures jugées nécessaires par tous (1).

Grâce à cette institution, les autorités et les représentants des intérêts locaux, loin de s'ignorer mutuellement comme auparavant, coopèrent aujourd'hui à la gestion des intérêts commerciaux et maritimes de Venise.

L'ensemble du port dépend, au point de vue administratif, sous réserve du rôle joué effectivement par la Commission permanente, de deux autorités distinctes, que l'on retrouve d'ailleurs dans toutes les villes maritimes d'Italie : le Génie civil, service identique au corps des Ponts et Chaussées, tel qu'il est organisé en France, et la Capitainerie du port.

Quant aux nouvelles installations maritimes, elles relèvent, en dehors des précédentes, d'une troisième autorité, l'Administration des chemins de fer de l'État. Cette dernière a trois attributions principales. Elle assume 1° la direction de l'usine hydro-électrique qui fournit la force motrice des appareils de traction et l'électricité nécessaire à l'éclairage du port ; 2° le fonctionnement de l'*Agence commerciale* (2). Ce service est dirigé par un régisseur intéressé ; il se charge,

(1) La compétence de la Commission permanente est très étendue. Les principales questions sur lesquelles elle est appelée à se prononcer sont les suivantes : police, aménagement et entretien des installations du port, en dehors de la gare maritime proprement dite ; organisation, renouvellement, entretien de la flotte spéciale et de l'outillage (remorqueurs, allèges, dragueuses, grues, etc.), et réglementation de leur usage par les particuliers, s'il y a lieu ; fixation du budget annuel du port, et du taux des taxes locales, péages et droits d'usage ; études et propositions concernant l'amélioration du service du port, dans l'intérêt du commerce et des finances publiques.

(2) Cette agence a été fondée en 1887 et réorganisée en 1894.

pour le compte des particuliers, d'opérations, connexes au trafic maritime : démarches en cas d'avaries des colis, emballage des marchandises, exécution des formalités douanières et sanitaires, avance des frais de transport par terre ou par eau, et donne au commerce toutes les indications nécessaires sur les frets, tarifs, etc. ; 3° la manutention des marchandises. Elle a été amenée à s'attribuer le monopole de ce dernier service par étapes successives, et du consentement même des intéressés.

Le transbordement des marchandises embarquées ou débarquées dans le *vieux port* est, en vertu de très anciennes coutumes, assuré exclusivement par un certain nombre de petites corporations. Il n'en est pas de même, comme bien l'on pense, dans le nouveau port. D'après les règlements élaborés en 1880, la manutention des marchandises de *pont* (1) est réservée à l'Administration des chemins de fer. Par les soins de cette dernière, les colis sont pris à bord, et, suivant le cas, chargés sur les wagons, déposés dans les magasins, ou à quai « à la portée du crochet du treuil installé sur le navire » suivant l'usage local ; d'autre part, les colis arrivant par chemin de fer à la gare maritime doivent être chargés sur le pont, ou déposés dans les magasins. La taxe perçue pour ces différentes opérations a été fixée, après entente avec la Chambre de commerce, à 61,8 c. par tonne de marchandises embarquées et débarquées. Le transbordement est assuré par une corporation de portefaix au service de l'administration.

Quant aux marchandises de cale, les anciens règlements en faisaient incomber la manutention aux capitaines de navires. Ceux-ci s'adressaient en principe à qui bon leur semblait. Mais à la longue, deux associations coopératives de débardeurs, l'une datant du milieu

(1) Dites « marchandises des cinq premières classes ».

du siècle dernier, l'autre de beaucoup plus récente, les « Deux-Cents » et les « Quatre-Vingt-Dix », étaient parvenues à s'attribuer le monopole de fait de ce travail. Cette organisation n'alla pas sans être troublée à diverses reprises par des conflits plus ou moins sérieux, notamment en 1892, 1904 et 1907. Durant cette dernière année, une grève générale faillit éclater parmi les débardeurs. Ce danger fut conjuré grâce à l'initiative de la Chambre de commerce, qui provoqua un arrangement amiable auquel prirent part, outre ses propres représentants, ceux de la Municipalité, de l'Administration des chemins de fer et des ouvriers du port. Les pourparlers aboutirent à un accord immédiatement homologué par arrêté préfectoral, et qui est devenu le règlement actuel. Le transbordement des marchandises de cale et de pont est désormais érigé en monopole au profit de l'Administration des chemins de fer, à charge par elle de maintenir les conditions et tarifs en vigueur à la veille du conflit (1). D'autre part, le personnel des débardeurs est placé sous la direction du chef de gare, et soumis à une réglementation étroite.

En dehors des services publics proprement dits, la Municipalité et la Chambre de commerce concourent elles aussi à la gestion des intérêts maritimes du port de Venise. La Chambre de commerce a fait construire à ses frais et exploite le *dépôt franc*, destiné à recevoir les marchandises en transit, qui doivent être l'objet de manipulations tout en demeurant soustraites au paiement des droits de douane. Le dépôt franc a été créé en remplacement — après un assez long intervalle — du port franc, supprimé par mesure générale en Italie quelques années après l'unification politique du

(1) Ces tarifs sont très variables pour les marchandises de cale. *Houille :* 39c par tonne; déchargement, 37c (à plus de 20 mètres du bord 56c). *Engrais :* 37c. *Blé :* 40c (les tarifs applicables aux marchandises de pont n'ont pas été modifiés depuis l'origine).

royaume. Il est directement raccordé à la gare maritime depuis 1905.

La municipalité est propriétaire des Magasins généraux, qu'elle a loués à bail à l'Administration des chemins de fer. Cette dernière en affecte la plus grande partie aux besoins de son trafic, et sous-loue le surplus aux commerçants.

Les voies d'accès par terre vers Venise sont assez nombreuses. L'une d'entre elles est le fleuve du Pô, dont l'embouchure est située à quelque distance de Venise, mais qui y est relié par des canaux. D'autre part, Venise est desservie par plusieurs lignes de chemins de fer, dont le point de jonction est à Mestre, localité située à l'entrée de la lagune. La plus importante d'entre elles, la grande artère Venise-Vérone-Brescia-Milan, traverse la riche région industrielle de la Lombardie, et met Venise en relations avec l'Europe occidentale et la Suisse. Deux embranchements principaux s'en détachent, l'un à Padoue, gagnant Bologne, et s'y raccordant à la grande voie internationale de Calais à Brindisi, l'autre à Vérone, suivant la vallée de l'Adige, et aboutissant à Innsbrück, point de départ des lignes Innsbrück-Munich et Innsbrück-Vienne, qui font communiquer médiatement Venise avec l'Europe centrale et septentrionale.

Une seconde voie, plus directe, relie Venise à Vienne et à ses au-delà ; elle passe par Udine, franchit le col de Farvis, et gagne la capitale autrichienne via Villach, Saint-Veit, et Neunkirchen. Un embranchement s'en sépare à Udine, allant à Trieste.

Une troisième grande ligne gagne cette dernière ville, en suivant un tracé plus direct. Elle constitue le

(1) Cette ligne comporte elle-même deux itinéraires entre Venise et la frontière autrichienne.

plus court chemin vers l'Europe orientale (Hongrie, Empire ottoman, États des Balkans).

Les relations de Venise avec l'Autriche et l'Allemagne du Sud par la vallée de l'Adige sont assurées dans des conditions très défectueuses, qui font préférer Trieste au port italien comme débouché et comme centre d'approvisionnement du Tyrol, de la Bavière, etc. L'achèvement des nouvelles lignes Trieste-Vienne et Trieste-Schwarzach-Salzbourg, en juillet 1909, a encore facilité les communications entre le port autrichien et ces régions. Cet état de choses ne paraît guère préoccuper l'opinion publique vénitienne, qui semble prendre plus d'intérêt à une question bien différente : le percement de la Faucille.

C'est qu'en effet l'achèvement de la ligne du Simplon a augmenté les possibilités du trafic de Venise avec l'Europe occidentale ; si cette première mesure était complétée par le percement de la Faucille, Venise ne tarderait pas à devenir, d'une part, une place de transit de premier ordre entre cette région et l'Orient ou Extrême-Orient (Asie-Mineure, Égypte, Hindoustan, Chine, Japon) et, de l'autre, une des grandes stations de la ligne la plus courte entre Paris (Londres) et Constantinople, par Genève-Milan-Trieste-Belgrade. Ces considérations expliquent l'adhésion donnée par la Chambre de Commerce de Venise à la pétition en faveur de la construction de la ligne de la Faucille et de la création d'un service direct de Paris à Constantinople viâ Venise-Trieste, provoquée par la Chambre de Commerce d'Agram.

Les relations de Venise par voie de mer ne sont malheureusement pas en rapport avec celles par voie ferrée. Sans doute des services réguliers mettent ce port mensuellement, ou plus fréquemment, en communication avec l'Égypte, la Grèce, la Turquie, l'Hin-

doustan, et le littoral adriatique tout entier (1). Sans doute aussi certaines entreprises organisent à des intervalles irréguliers, suivant les besoins du commerce, des services entre Venise et les principaux ports européens de l'Atlantique ou de la Méditerranée, notamment Anvers, Hambourg, Londres, Liverpool et Marseille (2). Mais en revanche, Venise est privée de toute relation périodique, régulière ou non, avec l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud et l'Extrême-Orient. Sur ce point, elle est tributaire de Trieste.

Les pouvoirs publics n'ont pas été sans comprendre le préjudice causé à Venise par cette lacune. La commission instituée en Italie par décret du 13 septembre 1902, en vue d'étudier la réorganisation des services maritimes du royaume, a formulé les conclusions suivantes en ce qui concerne le grand port de l'Adriatique : 1° Création d'une ligne de navigation desservant les principaux ports sud-américains des deux océans : Rio de Janeiro, Montevideo, Buenos-Aires, Valparaiso et Callao ; 2° Création d'une ligne de Venise à Tunis avec escade à Tripoli. La question est encore à l'étude.

Le mouvement maritime de Venise est en augmentation continue : il s'est élevé, en 1908, à 3 842 000 tonneaux, soit un accroissement de plus de 93 % par rapport au chiffre de 1887. Le nombre même des navires entrés et sortis du port n'a guère varié d'une date à l'autre : pendant cet intervalle, le tonnage

(1) Ces lignes sont les suivantes : 1° *Ligne d'Égypte :* Venise, Alexandrie, Port-Saïd (escales à Ancône, Bari, Brindisi : service bi-mensuel). — 2° *Ligne de Grèce et de Turquie :* Venise, Patras, Constantinople (escale à Brindisi ; service hebdomadaire). — 3° *Ligne de Dalmatie et d'Albanie* (service hebdomadaire) : desservant Zara, Raguse, Spalato, Cattaro, etc. — 4° *Ligne de Grèce :* desservant le Pirée (mensuellement). — 5° *Ligne de l'Hindoustan :* desservant Calcutta (mensuellement).

(2) Principaux services intermittents : Venise-Londres (deux entreprises : *Cunard* et *Balley et Leetham*) ; Venise-Trieste-Marseille (plusieurs petites compagnies) ; Venise-Fiume, Venise-Liverpool *(Ellerman Lines)* ; Venise-Hambourg *(Freitas)*.

moyen a passé de 264 tonneaux à 527, suivant une évolution parallèle à celle du tonnage global (1). La part de la navigation à voiles dans le mouvement d'ensemble est insignifiante : à peine 6 % (2). Le contingent du petit cabotage s'élève à 9 % environ : après avoir décru au cours des cinq années précédentes, il s'est sensiblement relevé en 1906 (3).

En ce qui concerne la navigation internationale, le premier rang parmi les pays en relations avec Venise appartient, depuis de longues années déjà, à la Monarchie austro-hongroise : le tonnage des navires ayant fait route entre ce port et ceux d'Autriche-Hongrie représente 29 % du mouvement total de Venise. Un assez grand nombre des bâtiments ayant navigué dans cette direction étaient des voiliers (4). La seconde et la troisième place reviennent respectivement à l'Angleterre (25 1/2 %) et à la Turquie (7 1/2 %) ; la quote-part de la première de ces puissances a notablement augmenté depuis cinq ans. Les relations de Venise avec les autres pays ne représentent qu'une importance secondaire.

Si l'on passe à la répartition du trafic d'après la nationalité des navires, on constate que, contrairement à une règle presque absolue, le pavillon national ne figure pas au premier rang à Venise : il est devancé par le pavillon de la Monarchie austro-hongroise qui, en 1908, couvrait 33 % du tonnage total des navires, contre 29 % seulement pour le pavillon italien et 27 % pour le pavillon anglais. Ce dernier est en progrès très marqué depuis 1903, particulièrement par rapport à

(1) Tonnage moyen des navires pour les principaux pavillons : austro-hongrois, 547 tonneaux ; italien, 270 tonneaux ; anglais, 1992 tonneaux.

(2) Soit 220 000 tonnes.

(3) 315 000 tonneaux en 1907 (correspondant à 1805 navires) ; 363 000 tonneaux en 1908 (correspondant à 2032 navires).

(4) 50 % des voiliers entrés ou sortis du port en 1908 étaient en provenance ou à destination des ports autrichiens ou hongrois.

1907, tandis que la quote-part des deux précédents dans le mouvement total du port est en légère diminution.

Sauf quelques petits bâtiments naviguant sous pavillon hellénique, les voiliers sont tous de nationalité italienne (74 °/₀) ou austro-hongroise (22 °/₀).

La proportion du tonnage des navires lèges au mouvement total des entrées est insignifiante : 8 °/₀ environ. Il n'en est pas de même à la sortie : 53 °/₀ du tonnage global des navires ayant quitté le port en 1908 correspondent à la navigation sur lest.

Cette disproportion entre le tonnage d'entrée et le tonnage de sortie des navires *non chargés* s'explique par la consistance spéciale du trafic commercial maritime de Venise. D'une manière générale, si l'on considère l'ensemble du mouvement des marchandises de la *place* de Venise, on remarque que le tonnage des entrées par toutes voies est bien supérieur à celui des sorties : 61 °/₀ contre 39 °/₀ seulement (1). La prépondérance des entrées sur les sorties est plus marquée encore si l'on envisage seulement le trafic *maritime* (2) et surtout si l'on borne son examen au trafic *maritime international*. La proportion des importations dans ce mouvement restreint s'élève à 95 °/₀. Venise est donc un *port d'importation*. Les autres éléments de son commerce par voie de mer : les exportations proprement dites, les sorties à destination des ports italiens, et plus encore les entrées en provenance de ces derniers, ne contribuent à l'ensemble que dans une faible proportion (3).

L'augmentation du mouvement des marchandises

(1) Au point de vue de la valeur, 56 °/₀ et 44 °/₀ respectivement.

(2) La proportion des entrées à l'ensemble du mouvement des marchandises transportées par mer de ou pour Venise est de 88 °/₀, et celle des sorties de 12 °/₀ seulement.

(3) Le mouvement du trafic marchandises par bâtiments naviguant au cabotage se décompose ainsi à Venise : entrées, 1/3 ; sorties, 2/3.

dans le port de Venise de 1887 à 1908 a été plus que proportionnelle à l'accroissement du tonnage des navires entrés ou sortis : elle atteint 156 °/₀. Le tonnage-marchandises s'est élevé en 1908 à 2 465 000 tonnes métriques, dont 2 150 000 représentent la part du trafic international. Ce dernier chiffre se répartit comme suit entre les deux courants de sens contraire : 2 050 000 tonnes à l'importation et 100 000 seulement à l'exportation (1).

Le principal article du commerce d'importation maritime à Venise est le charbon, qui contribue pour près de 60 °/₀ au mouvement total (2). Viennent ensuite, par ordre d'importance, les engrais (13,5 °/₀), les céréales et farines (5 °/₀), les bois bruts ou travaillés (5 °/₀), dont la moitié consiste en bois de chauffage (3). Il y a lieu de signaler en outre le coton brut, qui représente, sous un volume restreint (4), une valeur de 45 millions de lires.

Le commerce des charbons a pris un développement considérable à Venise au cours des cinq dernières années. L'augmentation des importations proprement dites effectuées par voie de mer a été durant cette période de 45 °/₀ environ. Les entrées au cabotage et par voie ferrée sont peu importantes (5). Ce produit est destiné pour plus de la moitié à la consommation locale et aux dépôts régionaux des chemins de fer de l'Etat. Le surplus est réexpédié par voie ferrée ou par mer vers d'autres centres italiens de consommation (6).

(1) Valeurs correspondantes : ensemble du trafic maritime, 417 millions de lires ; trafic international seulement : 311 millions, dont 220 pour l'importation et 91 pour l'exportation.

(2) Chiffre absolu en 1908 (non compris les entrées au cabotage) : 1 208 000 tonnes (valeur moyenne, environ 19 francs la tonne).

(3) Chiffres absolus (non compris les entrées au cabotage) : engrais, 283 000 tonnes ; céréales et farines, 100 000 tonnes ; bois travaillés, 100 000.

(4) 36 000 tonnes.

(5) Entrées de charbon au cabotage : 3500 tonnes en 1908 ; par chemin de fer, 9000 tonnes.

(6) Réexpéditions de charbon par terre : 535 000 tonnes ; par mer : 38 000

Les engrais importés à Venise (1) ne font que transiter dans ce port : la presque totalité de ces produits est réexpédiée par chemin de fer en Lombardie pour y être utilisée par l'agriculture. Une quantité insignifiante est réembarquée à destination des autres ports italiens ; quant à l'exportation, elle est presque nulle.

Le trafic des céréales présente un caractère très différent de celui des engrais. Tout d'abord, le contingent des arrivages de grains par chemin de fer est très important. En 1908, il a été même légèrement supérieur à celui des importations maritimes, atteignant le chiffre de 103 000 tonnes (2). En second lieu, les céréales fournissent de matière première la principale industrie vénitienne : la minoterie. Cette dernière spécialité est représentée à Venise par trois grands établissements pourvus d'un matériel de fabrication tout moderne. L'un d'entre eux, la minoterie Stucky, est le plus important des grands moulins du littoral italien. Sa production journalière absorbe 300 tonnes de blé.

La moitié environ des céréales introduites à Venise sont réexpédiées telles quelles par voie ferrée sur l'intérieur du pays. Le surplus, après prélèvement du contingent nécessaire à la consommation locale, est dirigé par mer sur les ports italiens ou étrangers, soit à l'état brut, soit, et pour une part plus importante, sous forme de farine (3).

La manutention des céréales dans le nouveau port

tonnes (les *réexportations* proprement dites sont insignifiantes : 2200 tonnes seulement, à destination de l'Autriche).

(1) Il convient d'ajouter aux importations maritimes les entrées au cabotage (18 000 tonnes) ; les arrivages d'engrais par voie ferrée sont insignifiants (500 tonnes).

(2) Chiffres de 1907 : arrivages par terre : 63 000 tonnes ; par mer : 168 000 tonnes (y compris les entrées au cabotage, négligeables en fait).

(3) Les réexportations n'ont pas excédé 30 000 tonnes en 1907, et 16 000 en 1908 (dont pour chaque année 10 000 tonnes de farine). Les réexpéditions au cabotage ont atteint 60 000 tonnes en 1907 (dont 52 000 de farine) et 100 000 en 1908 (dont 73 000 de farine).

est facilitée par un élévateur du type américain, c'est-à-dire un vaste entrepôt pouvant contenir 25 000 tonnes métriques de grains, et muni d'appareils de transbordement très perfectionnés.

Le mouvement des exportations maritimes, peu considérable d'ailleurs au point de vue du tonnage, se décompose entre un nombre d'articles tel qu'il n'est pas possible de le détailler. Il y a lieu de citer toutefois, en raison de la valeur correspondant à cet élément de trafic, l'exportation des filés et tissus divers de soie, coton et laine (63 millions de lires).

Le principal importateur par voie de mer à Venise, au point de vue du volume, est l'Angleterre, qui contribue à 60 % du tonnage total des importations. Ses envois consistent presque exclusivement en charbon (1). L'Autriche-Hongrie suit l'Angleterre de très loin : son contingent n'excède pas 8 %. Elle expédie surtout des bois de chauffage ou de construction provenant de Dalmatie, et des pierres brutes (2).

La Roumanie (4 %), la Tunisie (7 %), l'Espagne (3 %) n'envoient chacune à Venise, comme l'Angleterre, qu'un seul article dont le mouvement présente quelque importance : l'une expédie des céréales, l'autre des phosphates, la dernière des minerais (3). Le commerce des autres pays avec le grand port italien de l'Adriatique est insignifiant au point de vue du tonnage. Quant aux importations de coton qui présentent une valeur considérable sous une faible masse, elles proviennent presque exclusivement, et par quantités égales (année moyenne), des États-Unis et de l'Hindou-

(1) 1 227 000 tonnes sur un total d'expéditions de provenance anglaise s'élevant à 1 290 000 tonnes.

(2) Total des importations austro-hongroises à Venise : 170 000 tonnes, dont 80 000 de bois divers et 56 000 de pierres brutes.

(3) Importations de céréales roumaines en 1908 : 84 000 tonnes ; de phosphates tunisiens : 152 000 tonnes (contre 97 000 en 1907) ; de minerais espagnols : 62 000 tonnes.

stan : l'appoint de l'Égypte est peu important. Le coton parvient à Venise à l'état brut, ou pressé ; il est immédiatement réexpédié par voie ferrée vers les filatures des environs de Venise et des provinces limitrophes de la Vénétie.

La répartition du trafic-marchandises entre l'ancien et le nouveau port a passé par deux phases différentes depuis la mise en service de ce dernier. De 1880 à 1903, la part du nouveau port dans le mouvement d'ensemble s'est graduellement élevée de 8 °/₀ à 91 °/₀. Cette proportion a notablement diminué à la suite de la construction sur la rive nord du canal de la Giudecca d'un quai accessible aux navires dont le tirant d'eau n'excède pas 10 mètres ; bien que le trafic du nouveau port ait augmenté au cours des cinq années suivantes de 350 000 tonnes métriques, sa part dans le tonnage total est retombée à 65 °/₀. L'exécution du programme de travaux récemment autorisé par le Parlement italien, et celle des commandes d'outillage qui ont été faites au cours de l'année 1909, en facilitant l'adaptation du nouveau port aux exigences du trafic, semblent devoir assurer pour l'avenir la concentration du mouvement des marchandises dans la partie du port soumise à l'autorité de l'Administration des chemins de fer de l'État, c'est-à-dire précisément dans celle qui est aménagée et outillée conformément aux méthodes modernes.

CONCLUSION

Le développement, continu au cours des trente dernières années, du mouvement commercial et maritime des trois grands ports de l'Adriatique, ne semble point devoir être interrompu. Bien au contraire, la mise à exécution des nombreuses mesures les concernant et

actuellement en cours d'étude, telles les commandes d'outillage, telle la création de nouvelles lignes de navigation au long cours, tels les travaux d'appropriation des installations maritimes, et les projets de construction de voies ferrées, ne manquera pas d'exercer une influence favorable sur l'avenir économique de Trieste, Venise, et Fiume.

Toutefois la prospérité de ce dernier ne sera jamais comparable à celle de ses deux voisins. D'une part, en effet, le commerce extérieur maritime de la Hongrie ne pourra jamais rivaliser avec celui de l'Autriche ou de l'Italie orientale. Il en est de même en matière de transit international. La construction des nouvelles voies ferrées des Tauern et des Caravanches assure à Trieste, dès à présent, le monopole d'intermédiaire du trafic entre l'Allemagne du Sud et l'Orient. L'exécution du programme des travaux de chemins de fer du Jura français aura pour conséquence la création au profit de Venise d'un privilège analogue, celui de place de transit maritime entre l'Europe occidentale et l'Orient. Rien de semblable n'est réservé à Fiume. Peut-être même le port hongrois est-il exposé à perdre le débouché des provinces autrichiennes de l'est qu'il dessert actuellement : la Dalmatie, la Bosnie et l'Herzégovine. Le seul obstacle à l'expansion économique de Zara, Raguse, Sebenico, Spalato, qui sont les principaux parmi les petits ports de la côte dalmate, est le manque de communications par voie ferrée avec ces régions, qui constitueraient leur hinterland naturel. Malgré l'opposition constante et très compréhensible des Hongrois à l'extension du petit réseau local de voies ferrées des provinces maritimes du sud-est de la monarchie et à son raccordement avec les lignes transleithanes de l'intérieur, un jour viendra où ces travaux ne pourront plus être ajournés ; par suite, les ports de la côte dalmato-bosniaque voudront non seulement

desservir le trafic régional, mais encore concurrencer Fiume comme débouché du groupe économique magyar.

Quant aux rapports des trois villes maritimes entre elles, ils subissent depuis une dizaine d'années une évolution nouvelle : Venise et Fiume s'affranchissant graduellement de la suzeraineté de Trieste. La masse des échanges entre Venise et Trieste d'une part, entre Fiume et Trieste de l'autre, a considérablement augmenté depuis le début du XXe siècle, suivant en cela une marche parallèle à celle du tonnage-marchandises d'ensemble de chacun des trois ports. Mais dans ces différents courants de trafic, la part des importations et exportations en droiture s'est seule accrue. En d'autres termes, Venise et Fiume tendent à multiplier leurs échanges directs avec les pays étrangers, les échanges indirects, avec transbordeurs à Trieste, étant restés stationnaires depuis 1900. Sans doute il s'écoulera encore un temps appréciable avant que les deux ports tributaires puissent définitivement secouer le joug de leur voisin istrien. Il n'en convient pas moins de signaler l'amélioration de leur situation à ce point de vue, amélioration due à l'initiative avisée des pouvoirs publics italiens et hongrois.

MAURICE DEWAVRIN.

VARIÉTÉS

I

L'INSTITUT CARNEGIE A WASHINGTON

Le 13 décembre 1909, a eu lieu la solennelle inauguration du palais de l'administration de la *Carnegie Institution* à Washington. A cette occasion, on a édité une élégante brochure, ornée de superbes reproductions phototypiques.

Nos lecteurs nous sauront gré, croyons-nous, de leur faire connaître en peu de mots cette puissante institution scientifique des États-Unis et son organisation.

André Carnegie donna, le 28 janvier 1902, 10 000 000 de dollars, soit 50 000 000 de francs et, le 10 décembre 1907, une seconde somme de 2 000 000 de dollars pour promouvoir les recherches scientifiques et leurs applications. Par un acte du Congrès, à la date du 28 avril 1904, l'Institution fut incorporée aux établissements du gouvernement des États-Unis, sous le titre de *Carnegie Institution of Washington*.

L'Institut est placé sous le contrôle d'un Conseil composé de vingt-quatre membres. Chaque année, en décembre, les membres de ce Conseil se réunissent pour examiner la marche générale de l'Institut, les progrès réalisés, les nouveaux projets présentés et prendre les dispositions nécessaires pour l'année qui va suivre. Dans l'intervalle des réunions, les affaires de l'Institut sont gérées par un Comité exécutif, choisi parmi les membres du Conseil.

Font de droit partie du Conseil : le Président des États-Unis, les Présidents du Sénat et de la Chambre des Représentants, le Secrétaire de la *Smithsonian Institution* et le Président de

l'Académie nationale des sciences. Actuellement, c'est à M. Robert S. Woodward qu'est dévolue la présidence.

L'œuvre principale de l'Institution a été la création, sur différents points des États-Unis, de divers départements scientifiques. Aujourd'hui, ces départements sont au nombre de dix.

Il y a d'abord celui des recherches botaniques, établi à Tucson (Arizona), dont le directeur est le Dr D.-T. Mac Dougal. Il comprend divers laboratoires, dont le principal se trouve à Tucson, dans un domaine réservé de 800 acres, couvert de la végétation caractéristique du désert. En outre, le département possède des terrains à sa disposition pour des plantations dans les montagnes de Santa Catalina, dans l'Arizona, et des stations pour l'observation de la végétation sur divers points du désert.

M. le Professeur Charles B. Davenport dirige à Cold Spring Harbor (Long Island N. Y.) le département d'évolution expérimentale. Si la notice que nous analysons abonde en détails sur les treize constructions de ce département, elle nous laisse trop dans le vague sur l'objet propre de son étude, que seul le titre très général donné à ce département laisse deviner de façon peu définie.

Le troisième département est confié à la direction de M. le Professeur Henry W. Farnon. Il se consacre aux études économiques et sociologiques ; son siège est à New Haven (Connecticut), 43, Hillhouse avenue. Son activité est très étendue, car divisé en douze sections, il porte son attention sur les points suivants : Population et immigration, agriculture et art forestier, mines, manufactures, transports, commerce à l'intérieur et avec le dehors, monnaies et banques, mouvement du travail, organisation industrielle, législation sociale, finances fédérales et finances de l'État, impôts, le nègre en liberté et en esclavage. On le voit, ce département vise à élaborer toute l'histoire sociale et économique des États-Unis. A l'heure actuelle, on a déjà réuni pour neuf États, un index des matériaux à utiliser dans cet ordre d'idées.

A Upton Street, à Washington même, a été établi le quatrième département, ou laboratoire de géophysique. Conçu d'après les derniers progrès de la construction, il est richement pourvu d'appareils pour la chimie, la physique et l'optique minéralogique, avec les conditions réalisées de haute température et de forte pression, qui ont présidé à la formation des roches et des minéraux de la croûte terrestre. Ce laboratoire est placé sous la direction de M. le Dr Arthur L. Day.

Le cinquième département, confié à M. le Dr Alfred G. Mayer, se trouve à Tortugas, en Floride, c'est celui de la biologie marine. Un laboratoire, un yacht, deux *launch* et deux *row boats* sont mis à la disposition des travailleurs. A cause des tempêtes tropicales fréquentes, ceux-ci ne peuvent opérer que d'avril à juillet. Durant les cinq années qu'a déjà fonctionné ce département, il a procuré toutes facilités d'investigations à vingt-neuf explorateurs dont dix parmi eux ont passé au laboratoire deux saisons et plus.

C'est dans la République Argentine, à San Luis, qu'est fixé le sixième département, dénommé de l'astrométrie méridienne. Il est cependant rattaché à l'Observatoire de Dudley à Albany (N. Y.), sous la direction de M. le Professeur Lewes Boss. Le but de cet établissement est de fournir des mesures précises pour la position des étoiles fixes dans l'hémisphère austral et de s'en servir, en accord avec les mesures correspondantes prises dans les observatoires de l'hémisphère boréal, pour aboutir finalement à un catalogue d'absolue précision de toutes les étoiles depuis les plus brillantes jusqu'à celles de septième grandeur inclusivement.

L'Institut Carnegie ne borne pas ses travaux aux recherches de sciences naturelles, mais il possède un septième département d'études historiques. Le directeur en est M. le Professeur J. Franklin Jameson. Ce département s'occupe surtout de la préparation de publications relatives à l'histoire de l'Amérique. Non seulement il met à contribution les sources qu'il a sous la main aux États-Unis, mais son œuvre d'exploration s'est déjà étendue aux archives du Canada, de Cuba, du Mexique, de la Grande Bretagne, de la France, de l'Allemagne, de l'Italie et de l'Espagne.

M. le Professeur George E. Hale dirige le huitième département, ou l'observatoire solaire, établi à Pasadena, en Californie. Déjà en 1902, feu le professeur S. P. Langley avait fait valoir l'utilité d'un pareil observatoire établi dans une localité sous-tropicale élevée. L'établissement, fondé à la suite de ces instances, se compose de l'observatoire et de son appareil télescopique et d'un laboratoire de physique, bâtis sur le mont Wilson et ensuite, à douze milles de là, du bâtiment d'administration et d'un autre laboratoire de physique à Pasadena. Il est intéressant de voir, par les photographies qui accompagnent cette partie du rapport, combien luxueusement et en même temps pratiquement

est installé l'établissement de Pasadena. Observatoire et laboratoire sont munis des instruments les plus perfectionnés.

Le neuvième département est intitulé « Laboratoire de nutrition » et fixé à Boston (Mass.). Sous la direction de M. le Professeur G. Bendict, il s'occupe surtout des applications du calorimètre pour la respiration et de l'étude du métabolisme dans les sujets normaux et pathologiques. Situé à proximité de l'École médicale de Harvard à Boston, le laboratoire bénéficie de l'aide efficace de cette institution.

Enfin le dixième et dernier département est celui des recherches internationales du magnétisme terrestre, dirigé par M. le Dr Baur. Ses travaux se poursuivent sur deux navires, le brigantin *Galilée* et le vaisseau *Carnegie,* construit sans aucun élément magnétique. L'œuvre de ce département porte sur chaque continent, et déjà quarante pays ont été visités. Ce résultat montre qu'il sera possible de faire l'examen complet du magnétisme du globe terrestre en un court espace de temps.

Tel est, à l'heure présente, le fonctionnement de l'Institut Carnegie. Répandue sur toute l'étendue des États-Unis, son action porte sur tous les domaines des sciences. Il est probable que l'œuvre se développera encore. Bien conçu, aux mains de savants de premier ordre doublés d'esprits pratiques et ouverts à toutes les initiatives intelligentes, l'Institut ne pourra manquer de produire de salutaires effets. La publication de ses rapports annuels et les travaux des dix départements nous éclaireront à cet égard.

Non seulement l'Institution ne se restreint pas aux recherches systématiquement organisées par les dix départements qu'elle a mis sur pied, mais elle encourage et subsidie pour un temps limité des expériences individuelles et elle se déclare prête à recevoir aide et assistance de tous ceux qui possèdent des capacités ou des facilités pour les recherches scientifiques.

En jetant le regard sur les traits d'André Carnegie reproduits en tête de la notice, on ne peut se défendre d'un sentiment de profonde admiration pour l'homme hautement intelligent qui a su faire des dons de la fortune un usage si élevé, et d'envier un peu l'heureux pays doté de pareilles ressources. Puisse le vieux monde trouver, un jour aussi, son André Carnegie !

J. Van den Gheyn, S. J.

II

A PROPOS

D'UNE

HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES (1)

(Suite)

Le XIIe et le XIIIe siècle nous font assister à un vaste et intense mouvement intellectuel de l'Europe chrétienne. Les sciences exactes y prennent leur part. A travers ces deux siècles, on voit s'effectuer — on nous permettra une expression imagée aujourd'hui à la mode — l'un des plus remarquables tournants de l'histoire des Mathématiques en Occident.

La main puissante de Charlemagne avait fait sortir le monde latin, trois cents ans auparavant, des régions de ténèbres et d'ignorance où les invasions des Barbares l'avaient plongé. Au sein de l'école palatine et des écoles claustrales et cathédrales, Alcuin et Gerbert s'étaient faits les initiateurs de leurs contemporains dans la culture des sciences exactes, culture forcément rudimentaire : quelques débris de la science gréco-romaine, échappés au désastre des invasions et recueillis par les bibliothèques bénédictines, en faisaient tous les frais. Nous nous sommes attardés au spectacle des écolâtres lotharingiens tantôt vérifiant, leur abaque en main, les propositions abstraites de l'Arithmétique ancienne, tantôt cherchant la clef des énigmatiques énoncés euclidiens transmis par Boèce ou s'intéressant aux bizarres fragments des cahiers des agrimenseurs romains. Mais, en dépit de ces labeurs, les connaissances des modestes mathématiciens du Xe et du XIe siècle restaient des plus médiocres : en Géométrie, ils étaient à peine au niveau atteint par les Grecs au temps qui précéda Pythagore.

Or, voici que l'horizon scientifique s'illumine et s'élargit. Les

(1) *Histoire des Mathématiques*, par W.-W. Rouse Ball. Édition française, par L. Freund. — Deux tomes, Paris, A. Hermann, 1906-1907.

Voir REVUE DES QUEST. SCIENT., 3e série, t. XII, oct. 1907, pp. 594-607 ; t. XIII, janv. 1908, pp. 252-267, et avril, pp. 558-578 ; t. XIV, juillet 1908, pp. 228-235, et oct., pp. 564-580 ; t. XV, janv. 1909, pp. 599-626 ; t. XVII, janv. 1910, pp. 264-279.

Mathématiques véritables font leur entrée dans cette Europe, qui n'en connaissait plus qu'une ombre lointaine, et elles y pénètrent par deux ou trois voies. En Espagne, les Arabes livrent leur Algèbre et l'antique Géométrie grecque à Adélard de Bath, à Jean de Séville, à Gérard de Crémone : nous donnerons bientôt d'autres noms encore. En Grèce et en Asie Mineure, des documents mathématiques orientaux sont recueillis par des pèlerins de la science venus des pays latins. En Italie, Léonard Fibonacci, qui a visité l'Afrique musulmane et l'Orient, rentre à Pise pour y écrire son *Liber Abaci* (1202), œuvre magistrale qui fait date dans l'histoire de l'Algèbre.

En même temps que le vieux fonds latin épuisé et stérile s'enrichit par l'apport d'une Mathématique neuve et féconde, l'étude et l'enseignement des sciences subissent le contre-coup des événements qui agitent le monde chrétien et des changements qui transforment la société. L'Église a envoyé l'Europe aux croisades : il en est résulté entre les peuples, à leur retour, l'habitude d'un échange quotidien des fruits de leur activité scientifique, tout autant que des produits de leur industrie et de leur commerce. Les évêques et les papes président, ceux-là à la naissance des communes, ceux-ci à la naissance des universités, et ils couvrent de leur prestige et de leur autorité l'art gothique et la scolastique. De tous ces faits il résulte, dans les conditions de l'étude et de l'enseignement aussi bien des Mathématiques que des Lettres et de la Philosophie, de profondes modifications. Ces changements atteignent à la fois la personne des maîtres et les centres d'éducation, ainsi que la forme et même l'objet de l'enseignement (1). Le sceptre des écoles, tenu si longtemps par les mains des Bénédictins, leur échappe ; les cloîtres et les évêchés cessent d'être les principaux abris de la jeunesse étudiante ; celle-ci se réunit au sein de certaines cités privilégiées, comme Paris et Montpellier en France, Bologne et Salerne en Italie, Oxford et Cambridge en Angleterre (2). Ces grandes

(1) Au sujet de ces changements, on lira utilement en ce qui touche l'enseignement des Lettres, le chapitre VIe du livre du P. Ch. Daniel, S. J., *Des Études classiques dans la Société chrétienne*, Paris, 1853.

(2) M. R. Ball a consacré à l'histoire des études mathématiques dans l'Université de Cambridge, à laquelle il appartient et qui fut illustrée par le grand nom de Newton, un livre justement loué, *A History of the Study of Mathematics at Cambridge* (Cambridge, 1889) : le livre a été analysé par le BULLETIN DES SC. MATHÉM. (1890, pp. 89-94) de Darboux. — L'Université de Paris, que les étudiants belges fréquentèrent jusqu'à la création en 1425 de

écoles s'organisent, surtout à partir de la fin du XIIe siècle, en puissantes corporations de maîtres et de disciples, *universitates magistrorum et scholarium*, que le Pontife romain prend sous son égide personnelle et qui, confirmés de si haut, deviennent autant de centres internationaux du mouvement scientifique. Les jeunes gens studieux de nos contrées, qui naguère se groupaient dans les écoles de Liége et de Tournai, ne tardent point à former à Paris une colonie, dont la prospérité durera jusqu'à l'érection par le pape Martin V, en 1425, au centre de notre pays, de l'université rapidement florissante de Louvain.

Dans le programme de ces *studia generalia* — c'est le nom qu'on donnait à ces grandes écoles — les Mathématiques conservèrent leur place antique ; car les Arts libéraux étaient restés, comme au temps des carolingiens, la base immuable de l'édifice scolaire. Les Mathématiques, ou le *quadrivium*, comprenaient l'Arithmétique, la Géométrie, à laquelle se rattachait le *de Ponderibus* ou la science des Poids, germe de la Statique moderne, la Musique et enfin l'Astronomie, qui se nommait alors la science de la Sphère ou l'Astrologie ; on ajoutait à ces branches la Perspective, science chère aux Arabes, qui comprenait aussi l'étude des Miroirs, *de Speculis*, et qui s'appellera un jour l'Optique. Ces sciences formaient avec le *trivium* — la Grammaire, la Rhétorique et la Dialectique — la préparation à l'entrée dans les Facultés spéciales, qui étaient la Médecine (*Physica*), le Droit civil (*Leges*), le Droit canonique (*Decretum*) et la Théologie.

Cependant les Scolastiques du Moyen Age n'eurent point constamment une conception exacte de la science et des rôles respectifs des éléments variés qui constituent l'éducation scientifique. Souvent, et même de bonne heure, il arriva à l'une des branches des Arts libéraux — la Dialectique, ou l'art de la discussion — de refouler par ses envahissements les branches sœurs et d'étouffer sous ses frondaisons les branches même les

notre université brabançonne, s'était organisée en fait pendant les deux derniers tiers du XIIe siècle. Elle reçut en 1200 son premier privilège connu : c'était la charte de Philippe-Auguste, enlevant à la juridiction civile pour les soumettre aux juges d'Église tous les *scholares*, c'est-à-dire tous les gens de l'École, maîtres, disciples et serviteurs. Bientôt apparurent les pièces pontificales (1207, etc.). Dans ces actes, soit royaux, soit ecclésiastiques, sont mentionnés peu à peu les divers organes du grand corps universitaire, depuis son chef, ou recteur, et ses procureurs des Facultés, jusqu'aux modestes serviteurs de l'*universitas*, tels que les bidèles ou bedeaux (du mot saxon *bedele*, héraut), appelés aussi appariteurs, les parcheminiers, les libraires et les copistes.

plus élevées de l'arbre scolastique, absorbant à elle seule toute la sève vive des jeunes intelligences. Paul Tannery, dans un tableau des sciences à cette époque (1), loue à juste titre l'enseignement scolastique, qu'il ne faut d'ailleurs nullement mépriser, dit-il fort bien : cet enseignement était calculé de façon à habituer les élèves à la discussion orale et à tremper fortement leurs esprits par l'habitude de soutenir le pour et le contre. Mais il lui trouve le tort d'écarter les intelligences de la recherche solitaire de la vérité et de l'exposition scientifique des doctrines théoriques : « La Scolastique ne leur permettait guère de se plier à la rigueur mathématique et, pour la Physique, aboutissait en réalité à un probabilisme plus ou moins déguisé. » Ce reproche est mérité, mais il peut être atténué. La Scolastique n'est que le nom du travail méthodique et intense de la pensée prolongé à travers les trois ou quatre derniers siècles de la période médiévale, et ce travail a eu sur les origines de nos sciences physiques et même de nos sciences mathématiques une influence, dont l'appréciation complète et équitable est à peine en voie de se formuler. Nos lecteurs ont eu ici même la primeur des pénétrantes études de M. Duhem sur les origines de la Statique moderne (2) : il faut laisser aux savants le temps de poursuivre des recherches de ce genre et de ce mérite.

Du reste, l'enseignement scolastique n'était qu'un des deux milieux où les Mathématiques, à cette époque du Moyen Age, avaient trouvé leur gîte dans l'Europe latine. Ces sciences austères avaient été bien accueillies, en effet, dans deux milieux très différents l'un de l'autre : nous voulons dire dans les villes universitaires et dans certaines villes commerciales. D'une part, l'École faisait bon visage aux études mathématiques, fidèle en cela à des traditions tant de fois séculaires de respect pour les Arts libéraux antiques. Par l'École, nous entendons ici les maîtres et les disciples disputant soit sous les voûtes des salles universitaires, soit dans les cloîtres de certains monastères, voisins des universités ; il est vrai, les monastères ainsi ouverts aux

(1) *Histoire générale, du IVe siècle à nos jours*, de Lavisse et Rambaud, t. III, Paris, 1894, pp. 244-262.

(2) *Les Origines de la Statique*, par Pierre Duhem, Paris, tt. I et II, 1905-1906 : ces volumes reproduisent, avec de précieuses annexes, les articles parus dans la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, de 1903 à 1906. Ces recherches se poursuivent et se complètent dans les *Études sur Léonard de Vinci*, Paris, tt. I et II, 1906-1909, du même savant professeur de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

sciences quadriviales étaient chose rare : les grands Ordres religieux que l'Église du XIIIe siècle tira de son sein, furent amis de la doctrine sacrée, mais d'habitude ils tinrent en suspicion les sciences profanes, qu'ils appelaient des *curiositates* vaines et dangereuses (1). D'autre part, dans la bourgeoisie de plusieurs grandes cités commerciales, il se rencontra en dehors de toute discipline scolastique des esprits curieux, qui s'intéressèrent à cet Algorithme, à cette Algèbre, à cette Géométrie neuve, que des voyageurs soit juifs, soit chrétiens avaient rapportés de leur séjour chez les Arabes d'Orient ou d'Occident. En retour, cette Mathématique arabe sut payer plus d'une fois par des services rendus au commerce et aux arts l'accueil que lui firent les pays chrétiens.

Un étrange caractère encore de l'enseignement au Moyen Age est que les Mathématiques, du moins dans les parties qui touchent l'application aux arts, se transmettaient tout autant par la tradition orale que par le livre. En effet, les siècles qui nous occupent sont marqués par le splendide épanouissement d'une architecture originale, complexe, ornée, qui est l'art gothique. Sans nul doute, la réalisation par la pierre et par le

(1) On a souvent reproché à l'Ordre de S. Dominique et à l'Ordre de S. François de s'être montrés d'un fâcheux exclusivisme à l'égard des sciences profanes. Sous le généralat du premier successeur de S. Dominique, le B. Jourdain de Saxe, qui gouverna de 1222 à 1237, les Chapitres de l'Ordre des Frères Prêcheurs se montrèrent d'un rigorisme en apparence outré : Seculares sciencias, dit la célèbre ordonnance de 1228, non addiscant [fratres] nec etiam artes quas liberales vocant, nisi aliquandò circà aliquos magister generalis vel capitula generalia voluerint aliter dispensare, sed tantum libros theologicos tam juvenes quam senes legant. — A ce reproche on pourrait répondre que ces Ordres étaient fondés avant tout pour prêcher la parole sacrée dans les villes et les bourgades, et pour prêcher l'exemple du mépris de l'orgueil de l'esprit comme du mépris de la convoitise de la chair. Mais il nous suffit d'observer que chez les Dominicains la pratique immédiate et constante de l'Ordre donna à ces ordonnances un commentaire authentique plus libéral qu'on ne l'eût pensé ; les Franciscains agirent de même. Ajoutons que, dans les premiers temps, les religieux des ordres mendiants se recrutaient en partie parmi les jeunes gens ayant déjà suffisamment cultivé les Arts dans les écoles pour être sans retard consacrés aux études théologiques et aux travaux de l'apostolat. Du reste, dans nos pages suivantes se rencontreront bientôt les noms de nombreux enfants de S. Dominique et de S. François qui se sont illustrés par les services rendus aux sciences séculières.

Cf. Mortier, O. P., *Hist. des maîtres généraux de l'Ordre des Frères Prêcheurs*, tt. I-III, Paris, 1903-1907, et le P. Hilarin [Felder] de Lucerne, *Hist. des Études dans l'Ordre de S. François*, trad. de l'allemand, Paris, 1908.

bois des grandioses et aériennes visions qui hantaient les rêves de nos créateurs de cathédrales, n'était possible qu'au prix d'épures, de dessins, de calculs de résistance, bien plus variés que ne l'exigeaient les types de l'architecture antique. Cependant le rôle scientifique qu'ont joué nécessairement les architectes et les ingénieurs du Moyen Age n'a presque point laissé de traces écrites. On signale chez des écrivains des XIIe et XIIIe siècles la préoccupation des polygones étoilés ; on peut noter, dans la *Practica geometriæ* (1220) de Léonard de Pise, des *tabulæ* des cordes d'arcs fort pratiques ; Roger Bacon (1214-1294), dans son *Opus tertium*, insiste sur l'importance et la variété des instruments de Mathématiques, sur leur conservation difficile et leur maniement délicat, et termine son énumération d'outils scientifiques en rappelant les *tabulæ* toutes calculées à l'avance, « si nécessaires à l'Arithmétique pratique et à la Géométrie pratique » (1). Nous noterons aussi bientôt, dans une *Pratike de geometrie* contemporaine de Philippe-Auguste, certains termes techniques du langage des architectes et constructeurs, tels que le mot *liviax* ou *livel* (2), qui désignait le niveau d'eau et, par un sens dérivé, le fil à plomb. Mais pour trouver des traces plus marquantes de la tradition scientifique des ingénieurs du Moyen Age, il faut, comme l'observait P. Tannery, attendre la Renaissance et les livres de Léonard de Vinci et d'Albert Dürer, ces

(1) ... Deinde sunt alia instrumenta et tabulæ geometriæ practicæ et arithmeticæ practicæ et musicæ, quæ sunt utilitatis magnæ et necessariò requiruntur. *Opus tertium*, édit. Brewer (1859), pp. 35-37. — Les Anciens se servaient volontiers, en Astronomie, en Géométrie et même en Arithmétique, de ces tables numériques calculées à l'avance, qu'ils appelaient en langage technique des κανόνες.

Voy. la *Note historique sur les procédés matériels et les instruments employés dans la Géométrie pratique au Moyen Age (Xe-XIIIe s.)*, par Victor Mortet, Extrait (28 pp.) des C. R. DU IIe CONGRÈS INTERNAT. DE PHILOSOPHIE, Genève, 1904. Le savant bibliothécaire de l'Université de Paris donne la citation plus complète du texte de Bacon ; il renvoie à Sydney H. Hollands, *Some mediaeval mechanicians*, dans THE ANTIQUARY, 1897, p. 234.

A propos de M. Victor Mortet, nous regrettons de n'avoir pas connu, quand nous nous occupions de Cassiodore et de ses notions de Géométrie dans les articles antérieurs de notre étude, les *Notes sur le texte des « Institutions » de Cassiodore* du même Mortet, publiées dans la REVUE DE PHILOLOGIE, Paris, 1900 et 1903 : nous les eussions citées volontiers.

(2) Étymologie : *libellus*, au nominatif, et *libellum*, à l'accusatif ; le mot *libellus* dérive de *libra*. Au XVe siècle, on dit aussi *nivellus* (Gloss. Du Cange). Cf. V. Mortet, opusc. cité, et P. Tannery, BULL. DES SC. MATH., 1892, I, p. 219.

deux savants et ces deux artistes, toujours soucieux de noter les lumières que les sciences exactes projettent sur les arts.

Nous arrêterons là nos considérations générales sur l'œuvre scientifique des XIe et XIIe siècles. Il est temps de signaler les collaborateurs de cette œuvre. M. R. Ball leur consacre quelques pages ; nous suppléerons à certaines omissions fâcheuses et nous corrigerons diverses inexactitudes.

Le premier traducteur qui introduisit dans l'Occident chrétien les éléments de la Géométrie grecque, apportée en Espagne par les Arabes, fut Platon de Tivoli *(Tiburtinus)*. M. R. Ball omet de le citer. C'est en 1116 qu'il traduisit en latin le *Liber Embadorum*, ou Traité des aires, résumé de la Géométrie pratique gréco-arabe, composé en hébreu en faveur des Juifs provençaux par le juif Savasorda de Barcelone ou, de son vrai nom, Abraham-bar-Hayya (1). Le *Liber Embadorum* fut pris comme base, cent ans plus tard, par Léonard de Pise dans la rédaction de sa *Practica geometriæ*. Notons-y la formule, dite de Héron et donnée sans démonstration, qui exprime l'aire du triangle en fonction des côtés ; remarquons surtout quelques problèmes d'Algèbre du second degré et la résolution des équations de ce degré appuyée sur des démonstrations géométriques.

Vers 1120, le moine bénédictin anglais Adélard de Bath, l'un des hommes les plus savants de l'Angleterre au Moyen Age, à la fois philosophe et physicien, mathématicien et orientaliste, accomplit un pèlerinage de sept années en France et en Italie, en Grèce et en Asie Mineure, et dote l'Europe de la première traduction, de l'arabe en latin, des *Éléments* d'Euclide, ou plutôt d'une accommodation de ces *Éléments*. M. R. Ball nous le montre préludant à ses travaux en suivant à Cordoue les leçons d'un maître mahométan ; ce séjour à Cordoue n'est qu'une hypothèse, mais il est très probable qu'Adélard a puisé, en effet, aux sources hispano-arabes (2). — Citons de lui des *Quæstiones*

(1) Cette traduction latine, récemment publiée par Max. Curtze (Leipzig, 1902), avait déjà été signalée et décrite par G. Libri dans son précieux recueil de documents intitulé *Histoire des sciences mathématiques en Italie*, t. II (1838), pp. 480-486.

(2) Voy. les *Recherches critiques sur l'âge et l'origine des traductions latines d'Aristote* de Amable Jourdain, 2de édit. (1843), pp. 27, 97, 258-278, et l'étude critique dont B. Boncompagni, dans son BULLETTINO, t. XIV (1881), fait précéder (pp. 1-90) le texte (pp. 91-154) jusqu'alors inédit des *Regulæ abaci* d'Adélard.

naturales, dédiées à Richard, évêque de Bayeux ; des *Regulæ Abaci*, qui sont une œuvre originale ; enfin une traduction d'un ouvrage d'Al-Hovarez surnommé Al-Khorizmi : il s'agit, non de l'Algèbre du célèbre bibliothécaire d'Al-Mamoun, mais de tables astronomiques, où Al-Khorizmi vers l'an 820 abrégeait le *Sind-Hind*, composé cinquante ans plus tôt par Al-Fazari.

M. R. Ball voit dans le texte latin des *Éléments* euclidiens, tel que le donne Adélard, une véritable traduction, mais faite d'après l'arabe, de l'œuvre incomparable du géomètre grec, et « la base de toutes les éditions connues en Europe jusqu'en 1533, époque où on découvrit le texte grec » (1). Plus loin, rencontrant le nom de Campanus, l'auteur d'une traduction des mêmes *Éléments*, faite aussi sur l'arabe vers 1250 et restée célèbre jusqu'en pleine Renaissance, M. R. Ball accuse l'illustre chanoine de Novare — il l'appelle chanoine de Paris — d'avoir plagié le bénédictin anglais : « Une copie de la traduction d'Adélard tomba entre les mains de Campanus, qui la publia comme étant de lui. » — C'est résoudre d'un trait de plume l'un des plus complexes problèmes de l'histoire de la Géométrie : les travaux récents de Wüstenfeld, de Weissenborn, de Curtze, de Heiberg et d'autres (2) n'ont point suffi à y apporter la pleine et définitive lumière.

Nous saluerons bientôt encore la mémoire de Campanus. Nous n'entreprendrons cependant, ni alors ni maintenant, la comparaison entre les mérites divers d'Adélard de Bath, de Jean Ocreatus, son disciple, de Gérard de Crémone et de Campanus, qui tous ont traduit de textes arabes les fameux *Éléments*.

(1) L'année 1533 n'est pas la date de la découverte du texte grec, mais de l'apparition de la première édition de ce texte (Bâle, 1533), due à l'humaniste Simon Grynæus. Soixante-dix ans plus tôt, Regiomontanus (Jean Müller de Kœnigsberg) avait découvert le texte grec à Venise, dans la bibliothèque de son ami le cardinal Bessarion. Déjà le moine Barlaam, au XIVe siècle, avait affirmé l'existence, dans les bibliothèques de l'Occident, de manuscrits grecs des *Éléments*. Zamberti, dès 1505, avait publié à Venise une version latine faite sur un texte grec et, sept ans auparavant (Venise, 1498), Georges Valla avait aussi publié une version analogue du texte grec, mais moins complète. Le texte de Grynæus, comme ceux qui servirent à Zamberti et à Valla, sont des reproductions de la recension de Théon d'Alexandrie (IVe s.). En 1814, F. Peyrard découvrit un manuscrit grec du Xe siècle, de la Bibliothèque Vaticane, qui donnait le texte original d'Euclide, copie de manuscrits antérieurs à Théon, et le publia dans son édition d'*Euclide* (Paris, 1814-1818).

(2) Il nous suffira de renvoyer aux *Prolegomena critica* dont Heiberg a enrichi son édition critique des *Euclidis Elementa*, vol. VI (voy. le ch. IV des *Prolegomena)*, Leipzig, 1888, et à une étude faite par Bubnov dans ses *Gerberti Opera mathem.*, 1899, pp. 174 et 175.

Disons cependant que, chez Adélard, les définitions, axiomes et autres notions préliminaires et les énoncés des théorèmes paraissent la simple reproduction de textes latins déjà couramment reçus en Europe : dans cette partie du travail, l'écrit d'Adélard et l'écrit de Campanus ne diffèrent guère l'un de l'autre ; les deux savants ont puisé ces notions et ces énoncés à une même source. Mais dans leurs démonstrations, c'est-à-dire dans la presque totalité de l'œuvre, le contraste entre les deux écrivains est nettement accusé. Adélard donne de simples esquisses des raisonnements euclidiens : il est bref et souvent obscur. Campanus donne aux démonstrations plus d'ampleur et de clarté. Ils paraissent avoir travaillé sur des textes arabes différents : chacun a reproduit son modèle, peut-être avec grande fidélité. Parfois le langage scientifique arabe les embarrasse : pour se tirer d'affaire, ils encadrent dans leur phrase latine le terme technique oriental et, par exemple, transcrivent les mots arabes *helmuayn* et *helmuaripha,* faute de connaître les équivalents latins de ces traductions des termes euclidiens ῥόμβος et τραπέζιον.

Ces faits s'expliquent aisément. Les Arabes traduisaient avec un respect et une fidélité inviolables les œuvres du génie grec. Mais plusieurs d'entre eux s'imaginèrent, comme souvent les chrétiens plus tard, que le rôle d'Euclide s'était borné à formuler dans d'immortels énoncés les vérités découvertes par la Géométrie antique : les démonstrations leur parurent être le travail secondaire de commentateurs anonymes, et dès lors le traducteur arabe se crut le droit de prendre ses libertés. Adélard a eu entre les mains l'œuvre d'un musulman ami des abrégés et avare de son parchemin et de son encre. Campanus, par une meilleure fortune, a rencontré un texte plus voisin de l'original grec et parfois même visant à l'élucider. Par une commune et curieuse destinée, les deux arabisants, Adélard de Bath et Campanus de Novare, qui dotaient l'Europe latine du chef-d'œuvre de la Géométrie grecque, passèrent habituellement aux yeux de leurs contemporains et des générations suivantes pour les auteurs véritables des inattendues et admirables démonstrations des énoncés euclidiens. Les manuscrits du Moyen Age nous présentent leur œuvre, fréquemment, sous les titres : *Euclides cum commento Adelardi* ou *Euclides cum commento Campani.*

Les deux noms d'Adélard et de Campanus se retrouvent liés l'un à l'autre dans l'histoire des polygones étoilés. Les deux soigneux traducteurs des *Éléments* d'Euclide introduisent à la suite de la fameuse 32me proposition du Livre I — la somme des

angles intérieurs du triangle vaut deux angles droits — une digression sur les polygones étoilés, ces figures mystérieuses qui autrefois déjà ont préoccupé les anciens Pythagoriciens : on sait que le pentagone étoilé, ou l'étoile à cinq rayons, symbolisa de bonne heure aux yeux des initiés le caractère essentiellement mathématique des doctrines du philosophe de Samos (1). La petite dissertation d'Adélard l'emporte en étendue et en valeur scientifique sur les remarques de Campanus. Adélard donne une théorie excellente, et la plus ancienne connue, de la somme des angles des polygones convexes et des polygones étoilés ; il fait aussi un essai de classification des polygones étoilés, qui est plus heureux que les essais ultérieurs, et d'ailleurs non sans mérites propres, du mathématicien anglais Bradwardin au XIVe siècle et d'Albert Girard en 1626. Sur le terrain des polygones étoilés, Campanus est donc inférieur à son devancier, sauf cependant pour certain détail. Disons de suite que Campanus prend de brillantes revanches ailleurs : par exemple, dans son annotation à la fin du Livre IV, consacrée au problème ardu de la trisection de l'angle (2). — M. R. Ball eût bien fait de signaler cette page de son compatriote Adélard sur les polygones étoilés, puisqu'il signale le « commentaire » analogue de Campanus. Cette page d'Adélard, que Regiomontanus prit un jour la peine de transcrire de sa propre main avec un soin particulier, est, en effet, un très précieux document de l'histoire des Mathématiques au Moyen Age.

Cependant ni Adélard ni Campanus n'ont tiré de leur propre fonds, croyons-nous, ces théories des polygones étoilés. Ils les ont puisées, semble-t-il, à deux sources arabes, non déterminées jusqu'à présent et qui s'alimentèrent elles-mêmes à la science grecque.

(A suivre.) B. LEFEBVRE, S. J.

(1) Voy. l'étude historique sur les polygones étoilés par Sigismond Günther dans le BULLETTINO de Boncompagni, t. VI (1873), pp. 313-340 ; la digression d'Adélard est étudiée aux pp. 332-338.

(2) Chasles a attiré l'attention, dès 1837 (*Aperçu historique*, p. 512), sur cette annotation et a mis en lumière la simplicité de la solution de Campanus, ou plutôt de l'auteur arabe que Campanus reproduit et qui semble s'inspirer des méthodes de Pappus : cette solution revient, en pratique, à la construction d'une conchoïde de Nicomède. Il signale aussi, chez Campanus, l'annotation à la proposition 10e du Livre XIV, où Campanus insiste sur l'importance scientifique du problème de la division d'une droite en moyenne et extrême raison, et l'annotation à la proposition première du Livre XIV, à propos de polyèdres réguliers.

BIBLIOGRAPHIE

I

Leçons élémentaires sur la théorie des fonctions analytiques, par E. A. Fouët. 2 tomes de XIII + 112 et XII + 265 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1907 et 1910.

La Revue a publié en 1904 une analyse détaillée et très autorisée de la première édition de cet ouvrage. Le voici complètement transformé, le remaniement atteignant jusqu'à la distribution fondamentale des matières. C'est une raison plus que suffisante — étant donnée surtout la valeur d'orginalité de ces Leçons — d'y revenir brièvement.

Signalons tout de suite les additions les plus saillantes. Démonstrations de la formule de Green et du théorème de Cauchy-Goursat, d'après M. Porter et M. Pringsheim ; extensions récentes du théorème de Weierstrass sur les séries à éléments analytiques ; recherches de MM. Faber et Hartogs concernant les séries entières à plusieurs variables.

Par contre, un chapitre entier, celui qui traite du prolongement analytique, est tombé. L'auteur l'a réservé au volume suivant.

En général, la refonte de l'ouvrage a eu pour effet de lui donner plus d'unité. En particulier, dans l'étude des fonctions analytiques on a restreint l'importance donnée au développement des vues de Weierstrass et de Riemann, pour marquer avec plus de vigueur le développement de la théorie par la méthode de Cauchy.

Le premier volume sous sa forme nouvelle présente deux parties : les fonctions en général, les fonctions analytiques.

Le tome premier peut être considéré comme une *Introduction à la théorie générale des fonctions*. Le dessein visible de l'auteur

est de mettre un peu d'ordre systématique et de classifier les innombrables fonctions nouvelles qui sont venues enrichir la science mathématique au cours de ces derniers trente ans. L'œuvre était utile ; les richesses entassées un peu à la hâte et dans la joie du moment demandaient un inventaire.

De plus en plus les mathématiciens tendent à se distribuer en « écoles » aussi tranchées, aussi entières et exclusives dans leur autonomie, aussi jalouses et aussi fières de leurs méthodes propres, que les « écoles » en musique et en peinture. En outre, chaque chercheur isolé prend son « point de vue », s'y cantonne, s'y absorbe, développe *sa science* sans souci du voisin. De là deux conséquences ; une extrême variété de développement qui parvient à introduire la nuance et comme une sorte de liberté plus grande dans un domaine d'où on les crut longtemps exclues ; de plus en plus on tend à reconnaître à la mathématique, le caractère d'art en même temps que celui de science. En second lieu, l'arbitraire, et, si le mot n'est pas trop fort, le gâchis s'est introduit dans le langage mathématique. D'une part, en effet, le vocabulaire ne s'accroît pas aussi rapidement que les choses qu'il faut dénommer ; d'où, sur un même vocable, une accumulation de significations diverses. Que l'on songe aux mots : intégrale, mesure, discontinu. Pour chacun d'eux on se voit obligé de spécifier à tout moment si on l'entend « au sens de M. J. » ou « au sens de M. B. » Vraiment, quelques néologismes n'eussent pas été superflus. D'autre part, le manque d'entente, l'isolement de chacun dans la sphère qu'il s'est choisie, amènent aussi, par une action contraire, un même objet a prendre plusieurs appellations diverses.

A cette situation, M. Fouët ne pouvait apporter qu'un palliatif : rapprocher en un catalogue méthodique ces notions nouvelles. Mieux que leurs appellations peu logiques, leur subordination intrinsèque permet d'en concevoir l'ensemble suivant un plan bien net. Chacun de ces genres de fonctions vient prendre sa place dans la hiérarchie des êtres mathématiques. Les propriétés qui doivent les définir, les caractériser, en indiquer la fécondité et l'usage, sont discernées avec un rare sens de ce qui est essentiel et constitue la membrure d'une théorie ; elles se trouvent décrites avec précision, étudiées avec rigueur. Le caractère synthétique et substantiel des *Leçons* de M. Fouët se voit encore accentué par le fait qu'il a rejeté dans d'innombrables notes tous les développements, les indications bibliographiques nombreuses, les prolongements soupçonnés ou à peine

explorés, qui eussent dissimulé les grands traits de son exposé. A ce propos et tout à fait en passant, faisons cette remarque qu'il est fort désagréable pour le lecteur de trouver les renvois au beau milieu des phrases. Ou bien on va aussitôt consulter la note, et, revenant au texte, on a perdu le sens de la phrase commencée, et il faut relire ; ou bien, sans s'arrêter, on achève la phrase du texte, mais avec le souci désagréable de retenir le mot qui a provoqué la note ; il est plus simple de placer toujours les renvois à la fin des phrases, alors même que la note se rapporte à une incise intérieure. Il suffira qu'un mot rappelle dans la note de quoi il est question.

Le second volume, comme nous le disions, est consacré aux fonctions analytiques.

Ici encore l'auteur se complaît aux vues d'ensemble, aux rapprochements, aux compénétrations multiples des diverses parties de la science. Il a pu dire beaucoup de choses, être érudit sans devenir diffus, car il a su donner une unité intransigeante et un vigoureux relief à son développement fondamental. Ces *Leçons* ont été inspirées et sont dominées par le clair génie de Cauchy.

Tome premier. Les fonctions en général.

I. Les fonctions en général.

1. Les extensions successives de la *notion de nombre* à partir du nombre entier.

La *notion de fonction* dans son développement historique ; de même, celle de la continuité, toutes deux très suggestives au point de vue des rapports entre l'intuition et sa contenance logique, ou plus exactement son correspondant logique. Encore dans le même ordre d'idées : les courbes couvrant une aire.

2. La *notion de limite*, les critères de convergence et la convergence uniforme.

3. *Aperçu de la théorie des ensembles.* Définitions. Puissance ou nombre cardinal d'un ensemble ; théorèmes principaux ; existence d'ensembles non dénombrables et d'ensembles de puissance supérieure à celle de tout ensemble donné. Ensembles ordonnés. (Une expression moins heureuse laisse croire, p. 37, que tout ensemble peut être ordonné.) Nombres ordinaux. Bornes, limites des ensembles ; théorèmes afférents. Ensembles dérivés, fermés, parfaits, denses en eux-mêmes, d'un seul tenant. Mesures des ensembles.

4. *Classification des fonctions.* Fonctions bornées. Disconti-

nuités de diverses espèces. Les fonctions discontinues sont classées comme suit : 1° fonctions mesurables au sens de M. Lebesgue ; 2° fonctions discontinues en tout point ; 3° fonctions intégrables au sens de Riemann ; 4° fonctions ponctuellement discontinues sur tout ensemble parfait ; 5° fonctions n'ayant que des discontinuités de première espèce ; 6° fonctions monotones ; 7° fonctions à variation bornée ; 8° fonctions développables en séries trigonométriques. Les fonctions continues se rangent dans l'ordre suivant : 1° fonctions continues à variation non bornée ; 2° fonctions continues à variation bornée et à nombres dérivés bornés ; 3° fonctions continues à dérivée ; 4° fonction continue à dérivée continue ; 5° fonctions continues indéfiniment dérivables, lesquelles peuvent être analytiques ou non. La représentation des fonctions par des séries fournit encore un autre type de classification : 1° fonctions représentables par des séries de polynomes (continues) ; 2° fonctions représentables par des séries de fonctions de la première classe, sans faire elles-mêmes partie de cette classe ; 3° fonctions représentables par des séries de fonctions de la seconde classe, sans faire partie d'aucune des deux premières ; et ainsi de suite. Il existe des fonctions de toute classe.

II. Les fonctions analytiques.

5. *Fonctions continues.* Définitions. Uniformes. Propriétés fondamentales.

6. *Fonctions analytiques en un point.* Définitions. Condition de monogénéité. Propriétés fondamentales et représentation géométrique.

7. *Fonctions analytiques dans un domaine.* Fonctions uniformes et multiformes ; fonctions holomorphes. Points singuliers isolés ; pôles ; fonctions méromorphes ; points singuliers essentiels. Principes de la théorie des substitutions.

Tome second. Fonctions algébriques. Séries simples et multiples. Intégrales.

I. Fonctions algébriques.

1. *Fonctions uniformes.* Étude détaillée ou transformations élémentaires.

2. *Fonctions multiformes*, dans les cas particuliers élémentaires.

3. *Fonction algébrique.* Propriétés fondamentales : isolement des zéros simples ; elle est analytique, valeurs par cheminement, chemins équivalents.

4. *Notions sommaires sur les surfaces de Riemann.* Quelques exemples font voir l'ingénieuse conception de Riemann.

II. Fonctions définies par des séries.

5. *Séries en général.* Déplacements et groupements de termes. Multiplication terme à terme. Convergence uniforme dans un ensemble. Propriétés des séries absolument convergentes : continuité, intégrabilité, dérivabilité.

6. *Séries entières.* Module de convergence. Théorème d'Abel. Théorème de Cauchy-Hadamard. Variation du cercle de convergence avec les coefficients. Isolement du zéro-origine.

7. *Produits infinis*, ramenés à l'étude des séries.

8. *Séries trigonométriques*, soulevant la fameuse controverse sur la « distinction » des fonctions. Convergence du développement. Il n'existe qu'un développement uniformément convergent. Il n'existe qu'un développement convergent (Heine-Cantor).

9. *Séries divergentes.* Séries asymptotiques de M. Poincaré. Association d'une fraction continue à la série. Valeur moyenne d'une série divergente (Borel). Théorèmes.

10. *L'exponentielle et les fonctions trigonométriques.* Théorème de Eisenstein-Heine, permettant de rendre entiers, sauf un, tous les coefficients d'une série à termes rationnels.

11. *Fonctions inverses.* Fonction logarithmique.

12. *Fonctions trigonométriques* (Produits infinis).

13. *Fonctions Eulériennes.* Propriétés. Théorèmes principaux.

14. *Séries hypergéométriques.* Fonctions sphériques et cylindriques. Ces deux derniers paragraphes donnent sobrement l'essentiel de ce qu'on ne peut plus ignorer sur ces représentations.

III. Fonctions définies par des séries multiples.

15. *Séries multiples en général.* Définitions. Convergence, convergence uniforme. Déplacement des termes. Fonctions majorantes de Cauchy. Séries ayant pour termes des séries entières.

16. *Fonctions simplement et doublement périodiques.* Étude parallèle intéressante. Fonctions de Weierstrass, γ, ζ, σ de Weierstrass. Les fonctions θ.

IV. Fonctions définies par des intégrales.

17. *La notion d'intégrale.* Ligne rectifiable, domaine quarrable. Les extensions successives. L'intégrale définie d'abord géométriquement, puis arithmétiquement par Cauchy, pour les fonctions continues (en général). Extension par Riemann aux fonctions discontinues sur des ensembles partout denses. Intégrales par défaut et par excès de M. Darboux. Intégrale au sens

de M. Lebesgue. Conditions d'existence de ces intégrales. Intégrales curvilignes.

18. *Les intégrales de Cauchy.* Formule de Green. Théorèmes de Cauchy. Résidus.

19. *Développements en séries de Taylor.*

F. W.

II

EINFÜHRUNG IN DIE HÖHERE ALGEBRA von M. BÖCHER, Professor an der Harvard-Universität. Deutsch von Hans Beck. Mit einem Geleitwort von E. Study. Un vol. in-8° de XII-348 pages. — Leipzig, Teubner, 1910.

Table des matières. I. Polynomes (à une ou plusieurs variables; interprétation géométrique ; coordonnées homogènes ; continuité ; théorème de d'Alembert, sans démonstration). II. Déterminants (théorème de Laplace; multiplication des déterminants ; déterminants bordés ; déterminant adjoint). III. Dépendance linéaire de constantes ou de polynomes. IV. Équations linéaires. V. Rang d'une matrice. VI. Transformations linéaires. Combinaison des matrices. VII. Invariants. Notions fondamentales et exemples. VIII. Formes bilinéaires. IX. Formes quadratiques, introduction géométrique. X. Formes quadratiques (Forme polaire ; matrice et discriminant ; points doubles ; réduction à une somme de carrés ; forme normale ; invariants). XI. Formes quadratiques réelles (loi d'inertie ; classification ; formes définies et indéfinies). XII. Système composé d'une forme quadratique et de plusieurs formes linéaires. XIII. Couples de formes quadratiques (deux coniques ; invariants ; équation en λ ; formes normales). XIV. Quelques propriétés générales des polynomes (Facteurs ; réducibilité ; irréducibilité du déterminant général ou symétrique ; division des polynomes ; transformation spéciale). XV. Diviseurs communs de polynomes à une variable et de formes binaires. XVI. Diviseurs de polynomes à deux ou plusieurs variables. XVII. Invariants entiers rationnels. Propositions générales. XVIII et XIX. Polynomes symétriques. XX. Facteurs élémentaires. Équivalence de matrices en λ. XXI et XXII. Équivalence et classification de couples de formes bilinéaires et de

collinéations ou de couples de formes quadratiques. — Appendice. — Index alphabétique.

Comme cette table des matières l'indique suffisamment, l'ouvrage de M. Böcher est une introduction à l'Algèbre supérieure dans le sens de Salmon : Déterminants, Résultants, Discriminants, Invariants. L'auteur suppose le lecteur familiarisé avec l'algèbre élémentaire jusqu'aux équations du second degré, et aussi avec les éléments de géométrie analytique et de calcul différentiel. Son livre n'est pas un *manuel* proprement dit ; mais il convient très bien aux jeunes gens qui veulent étendre ou affermir leurs connaissances mathématiques. Il développe une foule de notions (par exemple, celles de *groupe* et *sous-groupe*) qui sont négligées dans les ouvrages classiques.

J. Neuberg.

III

I. Leçons sur la théorie de la croissance, professées à la Faculté des Sciences de Paris par Émile Borel, recueillies et rédigées par Arnaud Denjoy, maître de conférences à l'Université de Montpellier. Un vol. in-8° de 170 pages.

II. Principes de la théorie des fonctions entières d'ordre infini, par Otto Blumenthal, professeur à la « Technische Hochschule » d'Aix-la-Chapelle. Un vol. in-8° de 150 pages.

(Ouvrages faisant partie de la *Collection de Monographies sur la Théorie des fonctions*, publiée sous la direction de M. Émile Borel. — Paris, Gauthier-Villars, 1910).

Les ouvrages de la collection que dirige M. Émile Borel forment, en quelque sorte, une suite de chapitres de l'Analyse la plus avancée, mis au point au fur et à mesure de leur éclosion. Ils ne décrivent pas les parties de la science parvenues à un état de pleine stabilité, mais nous font plutôt assister à la marche ascendante de la science, chacun d'eux s'appliquant à faire connaître une phase nouvelle de cette progression. Ils participent à la fois du mémoire original et du traité didactique, en nous offrant les nouveautés qui forment le fond du premier, sous la forme claire et bien ordonnée qui convient au second. Il est, au reste, permis de supposer que la direction de M. Borel n'est pas

purement nominale et qu'elle s'exerce à la fois dans l'élaboration des programmes et dans l'indication des principales conditions à remplir par leur développement, car on ne peut laisser d'être frappé de la sorte d'homogénéité qui ressort des exposés, faits par des auteurs différents, de questions de nature très diverse.

M. Borel a d'ailleurs fourni lui-même plusieurs excellents modèles de ce genre d'exposé (1) auxquels vient se joindre son nouveau volume renfermant ses *Leçons sur la théorie de la croissance*.

Cette théorie de la croissance est en train de prendre une place importante parmi celles qui constituent les fondements mêmes des Mathématiques. De même que, pour leur expression analytique, on s'est efforcé de ramener — par le moyen des développements en séries de puissances entières, séries de polynomes, séries trigonométriques, etc. — les fonctions les plus diverses à quelques types simples, dits élémentaires, étudiés à fond une fois pour toutes, on s'applique aujourd'hui à fixer ce qu'on pourrait appeler l'allure de leurs variations en les comparant à celles de quelques types fondamentaux : les puissances entières et la fonction exponentielle regardée comme une sorte de puissance infinie, puisque sa croissance est supérieure à celle de toute puissance entière, si grand que soit son exposant. Il y a là un ordre d'idées tout nouveau, que, pour sa part, M. Borel a notablement contribué à faire éclore, et dont il était souhaitable d'avoir enfin un exposé systématique. C'est cet exposé, recueilli par M. Denjoy, d'après les leçons faites à la Sorbonne par M. Borel, qui forme la matière du présent volume. Au reste, ainsi que le rappelle M. Borel lui-même dans sa Préface, « on sait que M. Denjoy s'est déjà distingué par de profondes recherches personnelles sur des matières touchant de près à celles qui sont traitées ici ».

Après avoir, en une rapide Introduction, résumé les notions sur les suites et sur la croissance essentielles à son objet, l'auteur, en trois chapitres, trace les grandes lignes d'une théorie générale et abstraite des ordres de croissance.

Tout d'abord, il établit une notation des ordres types de croissance en envisageant certains types fondamentaux de fonctions croissantes et en adjoignant à chacun d'eux un signe caractéris-

(1) Voir, dans cette Revue, les livraisons de janvier 1899 (p. 256), avril 1900 (p. 604), octobre 1901 (p. 632), avril 1902 (p. 626), octobre 1903 (p. 597), avril 1905 (p. 616).

tique de son ordre de croissance, ce qui lui permet ensuite, en définissant les opérations sur les ordres, de noter, par des combinaisons de signes élémentaires, les ordres de fonctions formant des classes de plus en plus étendues, parmi lesquelles il distingue les fonctions à croissance régulière.

Il étudie ensuite — problème évidemment capital — l'influence de la différentiation et de l'intégration sur les ordres de croissance. Bien que ce problème soit habituellement résolu par des méthodes particulières à chaque cas, il s'attache uniquement à dégager des faits généraux et réussit ainsi à poser les fondements d'une doctrine d'ensemble. Ce sont là, au reste, questions assez épineuses, et il ne faut rien de moins que la pénétration d'esprit de l'auteur pour en surmonter les difficultés.

Les deux derniers chapitres sont consacrés aux applications, et, d'abord, aux applications analytiques visant l'étude des séries et des produits infinis. Cette étude conduit notamment l'auteur à de très curieuses et très utiles formules d'approximation pour la fonction Γ. Il analyse en détail, par les produits infinis, la relation entre la croissance d'une fonction entière et celle de ses zéros quand les croissances sont régulières. Pour les croissances irrégulières, il la met en évidence sur le développement en série de Taylor.

Les applications arithmétiques terminent le volume. Elles visent surtout à utiliser la notion de croissance dans la classification des nombres incommensurables, en mettant en évidence d'étroites affinités entre les notions de croissance et d'incommensurabilité. De telles considérations sont parmi les plus délicates de celles que peut soulever l'étude des nombres, et M. Borel est de ceux à qui il a été donné d'émettre, à leur endroit, les idées les plus profondes, se rencontrant, au surplus, sur les points essentiels avec celles de M. Poincaré ; il semble bien, en effet, que la distinction entre les classifications *prédicatives* et *non prédicatives,* introduite par celui-ci, se confonde avec celle qu'avait précédemment établie M. Borel entre les ensembles *effectivement énumérables* et ceux qui ne le sont pas. Notons, en passant, l'importance nouvelle attribuée par l'exposé de l'auteur à la notion de fraction continue, bannie aujourd'hui, à tort sans doute, des programmes de l'enseignement classique français. Cette dernière partie de l'ouvrage, où M. Borel étudie l'approximation des nombres quelconques soit par les nombres rationnels, soit par les nombres algébriques, en est d'ailleurs une des plus intéressantes.

II. Les fonctions entières d'ordre infini, qui se rattachent au sujet précédent et auxquelles est consacré le volume de M. Otto Blumenthal, constituent, elles aussi, un des domaines les plus nouvellement explorés de l'analyse mathématique, exploré d'ailleurs, celui-ci, tout spécialement par l'auteur lui-même, en sorte que son volume est, pour la majeure partie, entièrement inédit et fait figure de mémoire original.

Le volume s'ouvre par un historique — nécessairement très court, puisque la question est née d'hier — où l'auteur, après avoir rappelé les travaux de MM. Hadamard, Boutroux et Maillet sur les fonctions d'ordre infini *non transfini*, montre que c'est M. Borel qui a jeté les fondements d'une théorie comprenant *toutes* les fonctions entières d'ordre infini. « C'est, dit l'auteur, avec une intuition profonde et pénétrante que M. Borel a reconnu et signalé les difficultés spéciales du problème et indiqué les principaux moyens pour les surmonter. »

Mais M. Blumenthal a proposé lui-même un concept auxiliaire nouveau, celui de *fonction type*, dont M. Kraft a su tirer un excellent parti pour traiter des cas généraux qui échappaient aux méthodes de M. Borel, et que l'auteur reprend à son tour pour en faire la base de son exposé.

Il commence, en un très court chapitre, par faire une étude préliminaire de la croissance du module maximum d'une fonction de variable complexe à l'intérieur d'un cercle, ayant son centre à l'origine, dont on fait varier le rayon, afin de mettre en évidence, sur des exemples, certaines particularités et irrégularités que peut présenter cette croissance et de justifier par là les développements ultérieurs.

Ayant, à propos des fonctions continues croissantes en général, été amené à distinguer entre des vitesses de croissance *ordinaire* ou *exceptionnelle*, l'auteur se pose ensuite un problème d'interpolation, ou mieux d'*ajustement* consistant à remplacer une fonction croissante quelconque par une fonction qui ne croît jamais exceptionnellement vite ; c'est précisément le problème des *fonctions types*.

L'étude de la distribution des points où une fonction prend une valeur déterminée le conduit à d'importantes généralisations de propriétés fondamentales relatives au cas d'un ordre fini.

Il en déduit, de façon synthétique, une théorie générale des produits canoniques, c'est-à-dire constitués au moyen de facteurs primaires de Weierstrass, où se rencontrent d'importants théo-

rèmes. Il soumet d'ailleurs cette théorie à une critique pénétrante et montre, à l'aide d'exemples, qu'on ne peut espérer l'améliorer sensiblement par des changements de détail. Il en compare les résultats à ceux de la théorie que, dans le même ordre d'idées, M. Denjoy a esquissée, et conclut à leur quasi-équivalence au point de vue de la précision. « Mais, ajoute-t-il, leurs avantages respectifs se trouvent sur des terrains différents. Il y a lieu d'espérer que des recherches ultérieures permettront d'arriver à une théorie qui les comprenne toutes les deux comme cas particuliers. C'est un problème qui mérite au plus haut degré l'attention de ceux qui s'intéressent aux fonctions entières. » Ce passage souligne particulièrement ce que nous avons dit plus haut du caractère des volumes en question, évocateurs de la science « en mouvement », nous aurions même pu dire « en voie de formation ».

Appelant *fonctions complètes* les fonctions entières les plus générales, l'auteur aborde enfin l'étude des relations qui existent entre l'ordre d'une fonction complète et une distribution de zéros quelconque.

Ces recherches sont fondées sur la décomposition d'une fonction complète en deux facteurs : une exponentielle et un produit canonique. Mais le choix de ce produit canonique, parfaitement déterminé dans le cas de l'ordre fini, risquerait, pour l'ordre infini, de rester arbitraire si l'auteur n'y avait remédié par l'introduction, très justifiée, de ce qu'il appelle les produits canoniques *normaux*.

Il se trouve ainsi conduit à approfondir d'une façon très intéressante la généralisation, donnée par M. Borel, du théorème de M. Picard touchant la relation qui existe entre l'ordre d'une fonction et la densité de ses distributions de zéros, et à montrer que cette généralisation ne se borne pas à l'énoncé, déjà pourtant d'importance capitale, de M. Borel, mais peut encore être effectuée sous une autre forme appelée à jouer, en ce domaine, un rôle non moins fondamental.

Le volume se termine par deux notes relatives l'une à la théorie générale des fonctions types envisagées au Chapitre II, l'autre au facteur primaire de Weierstrass et faisant connaître diverses inégalités d'une grande utilité pour les applications visées par l'auteur.

M. O.

IV

De l'Ordonnance des nombres dans les Carrés magiques impairs (procédés généraux pour leur construction immédiate), par A. Margossian, ingénieur, ancien élève de l'École des Ponts et Chaussées. Un vol. in-8°, 133 pages. — Paris, A. Hermann, 1908.

Le problème des carrés magiques consiste, on le sait, à ranger dans les n^2 cases d'un carré, disposées comme sur un damier, n^2 nombres entiers, de façon que la somme de ces nombres, ou *éléments*, soit la même dans chaque ligne, dans chaque colonne et dans chacune des deux diagonales.

D'ordinaire, on se borne au cas où les n^2 éléments sont les n^2 premiers nombres naturels : la somme constante envisagée est alors $\frac{1}{2} n (n^2 + 1)$. Un tel carré est dit un carré magique de n. Voici, par exemple, un carré magique de 3 et un carré magique de 4,

4	9	2
3	5	7
8	1	6

16	3	2	13
5	10	11	8
9	6	7	12
4	15	14	1

l'un, connu en Occident dès le XIIe siècle, l'autre reproduit par le burin d'Albert Dürer en 1514 dans sa célèbre gravure sur cuivre *Melencolia*.

La construction des carrés magiques était jusqu'aujourd'hui tout empirique. Le procédé de Bachet de Méziriac, où l'auteur des *Problemes plaisans et delectables* (1612) se rencontre avec le mathématicien byzantin Manuel Moschopoulos (XIVe s.), et l'antique procédé des Hindous, publié par Simon de la Loubère (1691), ne donnent qu'un type particulier de carré pour chaque module (ou valeur de n) : ils imposent une marche invariable aux nombres et ils placent le premier nombre de la série dans une case déterminée. Les méthodes de G. Arnoux dans son livre sur les Espaces arithmétiques hypermagiques (1894), très compliquées d'ailleurs, ne font pas connaître les liens qui relient les carrés de divers types. Le mérite de M. Margossian consiste dans la découverte de méthodes absolument générales pour la

construction des carrés magiques, et ces méthodes permettent de construire une multitude de carrés de types très variés.

Si étranger que l'on soit à l'étude des carrés magiques, il suffit de consacrer une demi-heure à la lecture de la première partie de l'opuscule de M. Margossian — exposé purement descriptif des règles de la formation des carrés à ordonnance oblique et des carrés à ordonnance cavalière — pour apprécier l'intérêt de ces méthodes aisées, rapides, libres d'allure et très générales : nul, pensons-nous, ne regrettera cette demi-heure. La seconde partie, à notre goût plus intéressante encore et où l'auteur a été inspiré par une idée due à M. Arnoux — toute direction inclinée, dans un groupe fondamental naturel, est magique — donne, sans hautes spéculations, la théorie de ces méthodes et montre comment on peut les étendre à tous les carrés, pairs ou impairs.

Un carré magique étant donné, Lucas a indiqué des procédés de transformation, par déplacements de quartiers ou de diverses parties : l'ordonnance des nombres dans le carré ainsi transformé est complètement bouleversée. M. Margossian ne s'est pas occupé de ces carrés transformés, quoiqu'il y ait là matière à recherches, mais s'est imposé de ne considérer que les carrés qu'il appelle *réguliers,* où l'ordre des nombres de la série composante est bien déterminé.

Les méthodes de M. Margossian sont générales ; mais quand il s'agit de modules non premiers (pairs ou impairs), les facteurs qui constituent ces modules réduisent le nombre des types de carrés possibles : une Note où l'influence importante de ces facteurs de n est définie, termine le travail de l'auteur.

Aux yeux de plusieurs, le problème des carrés magiques n'est qu'un vain amusement arithmétique, qui était digne d'occuper, comme il l'a fait, l'esprit souvent enfantin des Hindous et des Chinois, des Byzantins et des Arabes, et de fournir des talismans aux astrologues du Moyen Age. Tel n'est pas l'avis des mieux autorisés. Comme le dit fort bien M. Margossian, « une question qui a vivement intéressé des mathématiciens tels qu'Euler et Fermat est certes plus que cela ; en fait, la question des carrés magiques constitue un chapitre de la Théorie des Nombres et, à ce titre, nul progrès dans leur étude ne peut être indifférent ».

Nous croyons que l'ancien et savant professeur d'Analyse et de Mécanique à l'École du Génie civil de Constantinople a apporté à l'étude des carrés magiques une contribution précieuse et lui a fait faire un considérable progrès.

B. L.

V

Récréations mathématiques et problèmes des temps anciens et modernes, par W. Rouse Ball. Deuxième édition française, d'après la quatrième édition anglaise, par J. Fitz-Patrick. Troisième partie. Un vol. in-8° de 363 pages. — Paris, A. Hermann, 1909.

Nous avons signalé ici même, en 1908 et 1909, les deux volumes précédents de cette seconde édition française. Ce dernier volume ne contient de M. R. Ball que trois chapitres : ils ont pour objets l'Astrologie, le Calendrier et l'Hyperespace. Le reste du volume est l'œuvre des collaborateurs français de cette édition.

M. R. Ball eût pu justifier la présence, en son livre, du chapitre sur l'Astrologie en rapportant un épisode de la jeunesse de Newton. Encore écolier à Grantham, le jeune Newton conçut le désir de savoir s'il y avait quelque fondement dans les pratiques de l'Astrologie : il eut besoin pour cela de faire des constructions géométriques et fut amené à ouvrir les *Éléments* d'Euclide, qui le passionnèrent aussitôt. Ainsi la curiosité suscitée par un vain problème d'horoscope fut le germe, chez le futur créateur de la Mécanique céleste, d'une vocation scientifique infiniment brillante. Quoi qu'il en soit de cette anecdote, on aime à nouer connaissance (pp. 64-85) avec l'Astrologie, cette fille de l'Astronomie — fille folle d'une mère sage — qui, née sous le ciel chaldéen ou sous le ciel égyptien, sut fasciner l'esprit hellénique, obtint des mains de Ptolémée l'aumône d'un vêtement scientifique splendide et traversa, déguisée en science exacte, le Moyen Age et la Renaissance : elle ne succomba qu'au seuil du siècle de Newton. Le résumé du *Tétrabiblos* de Ptolémée par M. R. Ball, si succinct qu'il soit, paraîtra long aux jeunes lecteurs, qui ne sont pas tous de jeunes Newtons. Peut-être sauront-ils soutenir leur curiosité par le secret espoir d'acquérir l'art de se tirer leurs horoscopes : ils seront déçus ; autant vaudrait demander à un bref exposé enfantin de cartomancie l'art du grand jeu divinatoire. Des lecteurs plus âgés chercheront en ces mêmes pages, mais inutilement, la solution d'un problème qui touche la philosophie de l'histoire des sciences : comment l'Astrologie, la plus conjecturale et la plus vaine des pseudo-sciences, a-t-elle pu séduire le génie grec, le génie le plus lucide et le plus ferme qui fût jamais, mais entraîné,

observait P. Tannery, par sa croyance instinctive à l'unité du monde et par le goût des savantes spéculations sur les nombres et les figures ? Du reste, l'histoire des croyances astrologiques dans l'antiquité classique a été récemment traitée dans un beau livre, *L'Astrologie grecque* (1899), écrit de main de maître par un savant et un philosophe, M. Bouché-Leclercq.

M. R. Ball hésite, bien à tort, à attribuer à Ptolémée le *Tétrabiblos*. Par sa forme scientifique, cette œuvre n'est pas indigne de l'auteur de l'Almageste : elle fut l'arsenal où l'Astrologie trouva des armes durant près de quinze siècles dans sa lutte contre les philosophes chrétiens et les théologiens, jusqu'au jour où l'apparition du système de Copernic lui porta le coup fatal.

Le chapitre consacré au Calendrier et notamment à l'histoire de la réforme grégorienne de 1582, qui illustra les noms de Lilio et du jésuite Clavius, est en grande partie un résumé des études de Delambre *(Hist. de l'Astron. moderne)*. — L'astronome persan, inconnu d'après M. R. Ball, qui proposa de conserver l'année julienne $A = 365^j \frac{1}{4}$, quitte à omettre tous les 128 ans l'intercalation du jour bissextil, est Omar Al Khayyâmi, le célèbre algébriste de Bagdad : en réalité, il s'arrêta, en 1079, à une réforme plus compliquée que cette période $\frac{1}{4} - \frac{1}{128}$ et qui était une savante combinaison des périodes $\frac{7}{29}$ et $\frac{8}{33}$ (voy. L. Am. Sédillot, *Prolégomènes des Tables d'Oloug Beg*, 1847). — Clavius reconnaissait, sans s'en troubler, que l'année grégorienne $A = 365 + \frac{1}{4} - \frac{3}{400}$ donne lieu à une correction de 1 jour à effectuer dans environ 33 siècles : *cura hæc posteris relinquenda*, disait-il. M. R. Ball eût pu ajouter que pour rendre le calendrier grégorien aussi exact que le ferait la formule persane louée par lui, il suffirait de compléter la règle de Clavius en ces termes : *Le jour bissextil s'omettra tous les 32 siècles, en sorte que l'an 3200 et ses multiples ne seront pas bissextils*. La durée exacte de l'année tropique, en 1900, est $365^j\, 5^h\, 48^m\, 46^s$, ou $365^j,24220$, et diminue de $0^j,53$ par siècle. Cette correction ne laisserait place à un jour d'erreur qu'après environ 800 siècles. Delambre songea à proposer à la Convention en 1793 cette simple amélioration du calendrier, que nous venons d'indiquer : l'omission du jour bissextil tous les 32 siècles (ou, d'après ses calculs,

tous les 36 siècles) ; mais la Convention voulait une révolution plus complète dans le vieux régime grégorien.

M. R. Ball fait dater du règne de Théodose l'introduction en Occident de la Semaine de sept jours. C'est une erreur. Les sept jours et leurs dénominations planétaires *dies Saturni, dies Veneris, ...,* étaient déjà d'un emploi courant chez les Romains au temps de l'historien Dion Cassius (qui fut consul en l'an 239 après J.-C.), quoique l'origine de ces dénominations ne remonte point, très probablement, beaucoup au delà de notre ère.

Les notions historiques sur les cadrans solaires et sur les horloges sont puisées à des sources vieillies et peu sûres. — Très intéressante est la récréation mathématique consistant à donner à un cadran solaire ou à son style une inclinaison telle que l'ombre du style exécute, à certaines heures du jour, une rétrogradation pendant quelques moments. On sait gré à l'auteur de nous donner la formule trigonométrique de ce joli tour. Il est, d'ailleurs, peu neuf. Il y a près de trois cents ans, ici même, à Louvain, au collège des Jésuites, les disciples du P. Giermans proposaient parmi leurs thèses publiques de Mathématiques cette thèse de gnomonique : « Per x. pluresve redire lineas indiesque Ezechiæ quasi renovare miraculum, et eiusdem generis amœnitates quam plures. » Quant à voir dans ce savant coup de pouce, donné au cadran ou au style, « l'explication rationnelle » du miracle de la rétrogradation de l'ombre sur le cadran d'Ézéchias et à faire d'Isaïe un vulgaire prestidigitateur, il faut pour cela n'avoir point lu les récits du prodige dans les Livres saints (1). L'article des Encyclopédistes français, auquel M. R. Ball renvoie, est la simple traduction de l'article *Retrogradation of the sun* de la *Cyclopædia* anglaise de Chambers, qui écrivait cinquante ans avant d'Alembert.

Les pages de M. R. Ball intitulées *Hyperespace* plairont aux lecteurs français, quoiqu'ils soient gâtés par l'habitude de lire les conférences magnifiques et nécessairement supérieures de M. H. Poincaré sur les sujets de ce genre.

Les additions de M. Margossian sur les carrés magiques, de

(1) Voir à ce sujet *Les Livres saints et la Critique rationaliste*, de Vigouroux, 5e édit., t. V (1902), pp. 126-133. — Spinoza, souvent cité à cette occasion, n'a nullement songé à une inclinaison frauduleuse du cadran, mais à un déplacement apparent du soleil, analogue aux phénomènes de parhélie (*Tract. theologico-politicus*, 1670, ch. VII) ; ce phénomène de réfraction des rayons solaires dans les couches atmosphériques, survenant à la voix du prophète, resterait certes un miracle.

MM. Reinhart et Fitz-Patrick sur la Géométrie traitée par le papier calque et par le pliage et le découpage du papier, et surtout le vaste recueil de notes de M. Aubry sur l'Algèbre et la Géométrie, donnent au présent volume un surcroît d'intérêt et de valeur.

B. Lefebvre, S. J.

VI

Mathematische Unterhaltungen und Spiele von Dr W. Ahrens in Magdeburg. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Erster Band mit 200 Figuren im Text. Un vol. in-8° de X-400 pages. — Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1910.

Voilà bientôt neuf ans, c'était en juillet 1901, que j'ai rendu compte dans la Revue de la 1re édition des *Unterhaltungen und Spiele* de M. Ahrens. L'Allemagne, disait alors le professeur de Magdebourg, ne possédait aucun ouvrage analogue à celui des *Récréations mathématiques* d'Édouard Lucas ; il voulait combler cette lacune.

Je n'ai pas ménagé à cette occasion mes éloges à M. Ahrens.

Mais à tout le bien que je disais de son ouvrage, je mêlais cependant une critique. Je reprochais à l'auteur de s'être laissé éblouir par certains côtés faibles, mais brillants de l'ouvrage de Lucas ; de l'avoir imité dans un de ses défauts, en un mot de nous donner volontiers l'anecdote pour de l'histoire.

D'autre part, s'il est un genre d'ouvrages de mathématiques où l'anecdote est de mise, ne sont-ce pas les *Récréations ?* Je ne crois pourtant pas avoir été trop sévère. S'il est permis de raconter l'anecdote, il faut la donner pour ce qu'elle vaut ; dans un ouvrage sérieux on ne la présente pas comme de l'histoire. Lucas l'oublie souvent.

Au cours de sa Préface, M. Ahrens veut bien me faire l'honneur de citer nommément mon compte rendu. Je l'en remercie vivement. Mieux que personne, dit-il, il a conscience que les notions historiques données dans sa première édition laissaient en effet à désirer. Il a cherché à les corriger et à les compléter. J'y ajoute ce que l'auteur ne pouvait guère dire lui-même, c'est qu'il l'a fait avec un véritable talent et de la manière la plus heureuse. Au point de vue de l'historien des mathématiques,

les *Unterhaltungen und Spiele* ont radicalement changé de caractère et sont devenus, au sens propre du mot, un livre d'histoire. M. Ahrens y recourt systématiquement aux sources originales; l'exposé des faits, l'indication des sources bibliographiques sont donnés avec une exactitude et un soin qui ne prêtent plus à aucune des critiques méritées par la première édition.

Est-ce à dire que dans cet ordre d'idées l'idéal soit atteint et qu'il n'y ait plus de progrès à faire ?

Évidemment non. Mais serait-il équitable d'exiger l'idéal ? Ne faut-il pas compter avec l'ampleur et la difficulté du sujet ?

Bachet, par exemple, compte au XVIe siècle à peu près autant de précurseurs que d'arithméticiens et d'algébristes. Tous cèdent, par moments, à la tentation de présenter à leurs lecteurs des *Problèmes plaisants et délectables*. Il est sans doute parmi eux des exceptions, et je puis notamment citer comme telles : Pedro Nunes, Simon Stevin et Bombelli ; mais je serais assez embarrassé pour allonger beaucoup la liste de leurs noms. C'est avec Viète, qu'à ce point de vue, les algèbres changent résolument de caractère et de style.

Cette observation d'histoire si importante, Édouard Lucas semblait ne se l'être jamais faite. Cela se remarquait tout d'abord à la lecture de ses *Récréations mathématiques*. Il en était de même de M. Ahrens dans sa première édition. Dans celle-ci au contraire, les algébristes anciens appellent fréquemment son attention. C'est un progrès notable dont je le félicite. Mais mieux que tout autre l'auteur des *Unterhaltungen* a dû constater combien le champ à explorer est immense et de quel temps il faudrait disposer pour le parcourir en entier.

Au surplus, ce progrès n'est pas le seul.

Dans la première édition M. Maurice Cantor était nommé, en tout, 7 fois. C'était à se demander même, si M. Ahrens se rendait compte de l'importance du grand ouvrage du maître d'Heidelberg. Rien de semblable dans l'édition actuelle. Le nom de Cantor revient à tout instant sous la plume de M. Ahrens ; par moments, il se rencontre à chaque page. Ceci seul prouverait, au besoin, combien les notions historiques de la deuxième édition l'emportent sur celles de la première. De plus, les *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik* ont produit sur M. Ahrens un de leurs effets ordinaires : elles l'ont mis sur la voie de découvertes nouvelles. Pas n'est besoin de chercher bien loin pour s'en assurer. Qu'on ouvre les deux éditions, qu'on en parcoure les

premières pages ; la lecture d'une récréation ne s'achèvera pas sans que la conviction soit faite.

Quant au plan même des *Unterhaltungen* et au choix des récréations, M. Ahrens a reçu beaucoup de conseils auxquels il a, dit-il, résisté. C'est avec raison ; changer le caractère de son ouvrage eût été dommage. L'auteur a donc conservé le plan primitif, sans admettre de chapitres nouveaux, mais en développant ceux qui s'y trouvaient. Ces développements sont même assez considérables pour avoir nécessité la division de l'ouvrage en deux volumes, dont chacun aura une épaisseur égale à celui du volume unique de la première édition. Le premier de ces volumes seul a paru. J'en traduis la table des matières, en remarquant toutefois que si un grand nombre de titres sont les mêmes que ceux de l'édition précédente, presque tous les chapitres ont subi des remaniements et se sont surtout enrichis de notes importantes et nombreuses.

Chapitre 1. — Le problème des traversées en bateau. § 1. Le loup, la chèvre et le chou. § 2. La traversée des trois ménages. § 3. Le problème des traversées dans un plus grand bateau (généralisation du problème des traversées). § 4. La situation dans une île. § 5. Le problème des trois maîtres et des trois esclaves.

Chap. 2. — Un problème de Tait.

Chap. 3. — Les systèmes de numération. § 1. Divers systèmes de numération. § 2. Le système dyadique, ou binaire. § 3. Jeux basés sur le système de numération binaire. 1° Deviner un nombre pensé. 2° Deviner une carte pensée. 3° Autre manière de deviner un nombre pensé. 4° La cryptographie par treillis. 5° Jeu de la « Tour d'Hanoï ». 6° Jeu du bagnenandier. 7° Jeu de « Nim ». § 4. Le problème des poids proposé par Léonard de Pise. § 5. Un tour de cartes de Gergonne.

Chap. 4. — Le problème du tavernier. § 1. Bibliographie et histoire du problème. Forme la plus ancienne de son énoncé. § 2. Procédé général pour effectuer le partage en deux parties égales. § 3. Conditions de possibilité du problème. § 4. Partage dans un rapport arbitraire donné. § 5. Partage en trois parties égales.

Chap. 5. — Jeux de carrelage.

Chap. 6. — Quelques amusettes. § 1. Un jeu de Bachet. § 2. « Mutus dedit nomen cocis. » § 3. Un tour de cartes de Monge. § 4. L'oncle et le neveu.

Chap. 7. — Les damiers. § 1. Théories mathématiques du jeu

de dames. § 2. La forme la plus simple du jeu de marelle. § 3. La brebis et le loup.

Chap. 8. — Le jeu du solitaire, dit aussi jeu des nonnes, et jeu d'Einsiedeln. § 1. Règle du jeu. Notations. Énoncé du problème. § 2. Problèmes particuliers. Problème du jeu ordinaire. Solution de Reiss. § 3. Symétrie du damier. Réciprocité du problème ordinaire. § 4. Extension de la règle de Reiss. Critères d'impossibilité. § 5. Le jeu du solitaire à 33 cases. § 6. Coups triples. § 7. Le jeu du solitaire à 37 cases. § 8. Le jeu du solitaire à 41 cases.

Chap. 9. — Le problème des huit reines. § 1. Introduction historique. § 2. Le problème des reines sur l'échiquier à 16 cases. § 3. Le problème sur l'échiquier à 25 cases. § 4. Les solutions adjointes. Le problème sur l'échiquier à 36 cases. § 5. Les solutions du problème pour diverses valeurs de n, depuis $n = 4$ jusqu'à $n = 12$ (n désigne le nombre de cases du côté de l'échiquier). § 6. Les cases et les couleurs considérées au point de vue de la fréquence de leur apparition dans les solutions. § 7. Méthodes pour découvrir les solutions. Démonstration de la possibilité du problème pour toutes les valeurs de n supérieures à 3. § 8. Les solutions entièrement, ou en partie symétriques. § 9. Les problèmes analogues à celui des huit reines pour les autres pièces de l'échiquier . Le problème des tours. Le problème des fous. *Appendice.* Sur le nombre des coups différents possibles pour chaque espèce de pièce. A. Du nombre total des coups possibles pour chaque espèce de pièce. B. Du nombre de coups possibles pour chaque espèce de pièce supposée placée sur une case déterminée. C. Du nombre minimum des coups nécessaires pour faire passer une pièce d'espèce déterminée, d'une case donnée à une case donnée. Du nombre de manières d'exécuter la solution minima.

Chap. 10. — Le problème des cinq reines. § 1. Énoncé du problème. § 2. Solution du problème sur les échiquiers de 4, 9, 16, 25, 36 et 49 cases. § 3. Le problème sur l'échiquier ordinaire. § 4. Solution du problème pour $n = 9, 10, 11, 12$ (n étant le nombre de cases du côté de l'échiquier). Examen d'ensemble des cas précédents. § 5. Questions d'un ordre plus général. § 6. Le problème analogue à celui des cinq reines, pour les autres pièces de l'échiquier. *Appendice.* Tableau des solutions du problème principal pour l'échiquier, par K. von Szily.

Chap. 11. — Le problème du saut du cavalier au jeu d'échecs. § 1. Pour l'histoire du problème. § 2. Définitions et remarques

préliminaires. § 3. Un problème de Guarini. § 4. Le problème du saut du cavalier d'après Euler. § 5. La méthode de Warnsdorf. § 6. Pour la « morphologie » du problème du saut du cavalier (par le mot « morphologie » l'auteur entend désigner les figures dessinées sur l'échiquier par le parcours du cavalier) § 7. Le problème du saut du cavalier sur les échiquiers différents de l'échiquier ordinaire. § 8. Les méthodes de Volpicelli et de Minding. § 9. La méthode de Collini. § 10. La méthode de Vandermonde. § 11. Les méthodes dites quadruples. § 12. La méthode de Frost. § 13. Les solutions formant un carré magique. § 14. Les solutions dites cubiques. § 15. Nombre des solutions. § 16. Le problème du parcours de l'échiquier par les autres pièces.

La première édition se terminait par une bibliographie générale du sujet ; M. Ahrens la réserve cette fois pour le second volume. Quant à la bibliographie des problèmes particuliers, elle est donnée, dans des notes au bas des pages, chaque fois que l'occasion s'en présente. Cette bibliographie est fort soignée et remarquablement riche.

En résumé, toute cette première partie des *Unterhaltungen und Spiele* est en progrès des plus marquants sur l'édition précédente. L'auteur, nous n'en doutons pas, prendra à cœur d'apporter les mêmes améliorations et le même soin à la deuxième partie de son ouvrage. Il nous la fait vivement désirer.

H. B.

VII

Les Mathématiques en Portugal, par Rodolphe Guimarães, capitaine du génie, membre correspondant de l'Académie des Sciences de Lisbonne, etc., deuxième édition soigneusement revue et très considérablement augmentée. Un vol. in-8° de 655 pages. — Coïmbre, imprimerie de l'Université, 1909.

Les Mathématiques en Portugal de M. Guimarães sont écrites en français. Voici d'abord quelques lignes de la Préface :

« Nous avons composé, dit l'auteur, à l'occasion de l'Exposition Universelle de 1900, à Paris, un catalogue systématique des ouvrages de mathématiques pures et appliquées, publiés par les auteurs portugais au cours du XIX° siècle, avec des analyses succinctes de la plupart de ces écrits.

» Il va sans dire que les publications de ce genre sont très utiles, comme l'a d'ailleurs prouvé M. Eneström, dans le discours qu'il a prononcé au premier Congrès international des mathématiciens tenu à Zurich, en 1897.

» Notre brochure, bien qu'elle ne fût qu'un essai certainement loin encore de la perfection désirable, a reçu le meilleur accueil du monde mathématique, comme en témoignent plusieurs notices bibliographiques, assez flatteuses, insérées à la WIADOMOSCI MATEMATYEZNE (Varsovie, IV, 1900, 250-253), à la BIBLIOTHECA MATHEMATICA (Stockholm-Leipzig, 3e série, II, 1901, 168-169), à l'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE (Paris-Genève, II, 1900, 458-459), au BOLLETINO DI BIBLIOGRAFIA E STORIA MATEMATICHE (Turin, II, 1900, 111) et au JORNAL DE SCIENCIAS MATHEMATICAS E ASTRONOMICAS (Coïmbre, XIV, 1901, 93-94).

» Nous avons pensé, en conséquence, à essayer de compléter cette première tentative, en rédigeant un ouvrage d'une plus grande étendue, formant le catalogue général de la littérature portugaise, précédé d'une notice à grands traits sur l'histoire des mathématiques en Portugal. »

La brochure de 150 pages de M. Guimarães s'est en effet transformée, dans la seconde édition, en un fort et beau volume de 655 pages. Les pages 7-102 y sont consacrées à l'*Aperçu historique*, le reste contient la *Bibliographie* proprement dite. L'ouvrage est ainsi divisé en deux parties bien distinctes. Parcourons-les rapidement l'une et l'autre.

Et d'abord l'*Aperçu historique*.

La plus brillante période de l'histoire des mathématiques en Portugal est incontestablement le XVIe siècle.

« Or à cette époque, dit M. Maurice Cantor, dans ses *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik* (2e éd. t. II, Leipzig, 1900, p. 388), le Portugal nous offre à la fois peu de chose et énormément. Il nous présente un nom unique. Mais le titulaire de ce nom a enrichi la science d'innombrables idées géniales ; c'est Pedro Nunes, en latin, Nonius. »

L'*Aperçu historique* met une fois de plus en lumière l'érudition et la remarquable sûreté de jugement du vénérable maître d'Heidelberg.

Pedro Nunes naquit, en 1502, à Alcacer do Sal. Il nous apprend lui-même la date de sa naissance dans son traité *De Arte navigandi*. On connaît avec moins de certitude celle de sa mort.

Les historiens étrangers au Portugal la placent d'ordinaire en 1577. La chose est cependant assez discutable. Aucun argument

bien solide ne l'appuie, et il est des raisons sérieuses pour la révoquer en doute. C'est ainsi qu'au frontispice d'un des ouvrages de Pedro Nunes appartenant à la Bibliothèque nationale de Lisbonne, on lit la note manuscrite suivante d'une écriture du XVIe siècle : « Natus est hic Doctor anno Domini 1502. Obiit vero 3 idus augusti, anno Domini, 1578. » M. Guimarães se rallierait volontiers à cette dernière date.

Professeur à l'Université de Coïmbre, Nunes y enseigna avec éclat les mathématiques. La réputation qu'il s'y acquit, lui fit conférer, par le roi don Jean III, le titre de Grand Cosmographe du Royaume de Portugal, en récompense de ses mérites. Il fut ensuite chargé d'initier les infants don Luiz et don Henrique aux éléments des mathématiques. Don Henrique est ce célèbre cardinal qui ceignit la couronne de Portugal. Enfin, en 1572, le roi don Sébastien invita Nunes à fixer sa résidence au Palais Royal. Le roi voulait, en rapprochant ainsi Pedro de sa personne, l'avoir mieux à sa portée pour utiliser ses vastes connaissances.

Le premier ouvrage de Nunes date de 1537. C'est son *Tratado da sphera com a theorica do Sol et da Lua, e o primeiro livro da geographia de Claudio Ptolomeo Alexandrino. Tirados noramente de latim em lingoagem*, etc. Lisboa, Germão Galhardo, 1537. Ce traité est un simple commentaire de la *Sphère* de Sacro Bosco.

A la fin du volume, Nunes ajouta deux autres opuscules : le *Tratado sobre certas duridas de noregoção*, Traité sur certains doutes concernant la navigation, où l'auteur résout les difficultés que lui proposait Martin Alphonse de Sousa ; et le *Tratado em defensão da carta de marear*, Traité de la défense de la carte pour naviguer. Dédié par Nunes à son élève don Luiz, fils du roi don Manuel, ce dernier traité contient sous le nom de *rumbus* la plus ancienne étude sur la loxodromie. A ce titre, il est resté célèbre dans l'histoire des mathématiques.

C'est en 1542 cependant, que Nunes publia le plus connu de ses ouvrages : *Petri Nonii Salaciensis, de crepusculis liber unus, nunc recens natus et editus. Item Alhacen Arabis vetustissimi, de causis Crepusculorum liber unus, a Gerardo Cremonensi, jam olim latinitate donatus, nunc vero omnium primum in lucem editus.* Ludovicus Rodericus excudebat Olyssipone. Anno M. D. XLII. Mense Januario. M. Guimarães cite des rééditions de Coïmbre 1571 et de Bâle 1568 et 1592. Je connais à la Bibliothèque Royale de Belgique un exemplaire de l'édition originale (V. H. 5149).

C'est dans cet ouvrage que l'on trouve l'ingénieuse invention imaginée par Nunes, pour évaluer les très petites divisions des instruments astronomiques.

Comment faut-il la nommer : *Vernier*, ou *Nonius ?*

Notre vernier n'a plus la forme que lui donna Nunes. Il n'a pas tout à fait non plus celle que l'on peut voir dans *La Construction, l'usage et les propriétés du quadrant nouveau de mathématique... Composé par Pierre Vernier, capitaine et chastelain pour sa Majesté au Chasteau Doruans, Conseiller et Général de ses Monnoyes au comté de Bourgogne.* A Bruxelles, chez François Vivien... 1631.

La disposition de l'instrument s'écarte moins cependant de celle de Vernier que de celle de Nunes.

N'importe, M. Guimarães préfère naturellement le nom de *Nonius* à celui de *Vernier*.

« On doit continuer à employer cette désignation, dit-il, non parce que l'appareil actuel doive sa forme à Pedro Nunes, mais dans un sens simplement honorifique, analogue à celui qui a fait adopter les mots *ohm*, *ampère*, *watt*, et d'autres d'un usage courant, puisqu'il est incontestable que la première tentative pour apprécier sur un arc divisé des fractions des moindres divisions est due à Pedro Nunes. »

Présentée en ces termes, la proposition de M. Guimarães est parfaitement acceptable. Elle me laisse néanmoins assez sceptique. Il faut trop compter avec l'habitude prise et l'amour propre national. Je doute fort qu'on puisse décider les Français à débaptiser le *vernier* pour le nommer un *nonius*. Pendant longtemps encore l'instrument continuera à porter deux noms, et même trois ; car il ne faut pas oublier certains Allemands qui l'appellent un *Clavius*.

L'année 1546 vit paraître un grand nombre d'ouvrages de Nunes. Le plus apprécié est le *De Arte et Ratione navigandi libri duo*, Conimbricae A. de Maris, 1546. Ce n'est pas une simple traduction du *Tratado em defensão da carta de marear* de 1532, cité ci-dessus, mais une véritable refonte de cet ouvrage avec addition de matières nouvelles. Nommons notamment le chapitre intitulé : *In Problema Mechanicum Aristotelis de motu navigii e remis Annotatio una*, où Nunes commente le problème d'Aristote sur la manœuvre du navire à rames, les *Annotationes in Theoricas Planetarum Georgii Purbachii ;* et enfin *De erratis Oronti Finaei, regii mathematicarum Lutetiae professoris liber unus.*

Dans ce dernier livre, Nunes éreinte littéralement le fameux Oronce Fine, qui croyait avoir trouvé la quadrature du cercle, la trisection de l'angle et la duplication du cube. En administrant cette correction, le géomètre portugais se sentait sur son véritable terrain. Il pouvait y déployer à l'aise ses belles qualités de logique et de rigueur dans les démonstrations. Aussi est-ce de main de maître qu'il manie le fouet, pour fustiger le professeur au Collège de France.

Reste, pour terminer cette revue des œuvres de Nunes, le *Libro de Algebra en arithmetica y geometria* publié, en espagnol, à Anvers, en 1567 (1).

Imprimé aux Pays-Bas, ce volume, d'ailleurs des plus remarquables, présente, par la ville où il fut édité, un intérêt particulier pour la Belgique. En 1908, je lui ai consacré deux études, l'une dans la Bibliotheca Mathematica, l'autre dans les Annaes da Academia polytechnica do Porto. Je suis confus de la manière vraiment par trop aimable dont M. Guimarães en parle et je l'en remercie vivement. Puisqu'il me fait l'honneur de bien vouloir se rallier à mes conclusions, il me permettra de me borner à les rappeler ici. Voici donc, à peu près, comment je les résumais à la fin de mon deuxième article :

De Tartaglia, Cardan et Stifel à Viète, il s'écoule cinquante ans. Bien à tort l'histoire de l'algèbre s'en occupe peu. Pendant tout ce temps, des hommes de talent font progresser lentement, mais sûrement, la science. Malheureusement pour eux, la gloire incomparable des maîtres qui les précèdent, celle surtout de Viète qui les suit, empêche d'apercevoir l'éclat de leur mérite, d'apprécier l'importance de leurs services.

C'étaient cependant des travailleurs adroits et consciencieux, disons mieux, des hommes vraiment grands, que Butéon, Gosselin, Peletier, Petri de Deventer, Pedro Nunes.

Sans leur labeur intelligent et tenace, les immortelles découvertes de Viète eussent été impossibles. Pour évoluer, la science demande un terrain préparé ; plus on étudie l'histoire, plus on s'en convainc. Elle avance et marche ; elle ne court pas en se précipitant en avant par sauts et par bonds.

Viète a donc eu des précurseurs. Nunes fut l'un des principaux. Aucun contemporain ne le surpasse en rigueur, Maurolyco

(1) L'ouvrage est devenu fort rare dans les bibliothèques belges. Je ne connais que l'exemplaire de l'Université de Louvain (Scienc. 293).

seul l'atteint par l'abstraction et la généralité du raisonnement, par l'élégance et l'heureux choix de l'algorithme.

Reconnaissons-le cependant, cette grande justesse d'esprit en a parfois quelque peu diminué l'envergure. Nunes n'aperçut pas, par exemple, l'avenir réservé aux solutions négatives des équations, dont l'utilité était déjà si bien entrevue par d'autres, notamment par Luc de Burgo.

N'importe, malgré la très légère ombre qui plane, peut-être, de ce fait, sur sa mémoire, Nunes n'en est pas moins l'un des algébristes les plus éminents du XVIe siècle et l'une des gloires du Portugal.

Le lecteur me reprochera, je le crains, de m'être laissé entraîner par Pedro Nunes ; d'oublier que j'écris un simple compte rendu. Mais le personnage est si grand ! Il domine de si haut tous les géomètres de sa patrie ! Il m'a fait passer tant d'heures d'une lecture agréable ! Si je me suis laissé distraire par une vieille affection, qu'on veuille bien me le pardonner.

Après Nunes, vient, pour le Portugal, une période de décadence.

M. Guimarães en donne, avec une certaine insistance, une raison assez inattendue : l'influence de l'enseignement de la Compagnie de Jésus.

J'aurais voulu ne pas devoir relever cette appréciation. Mais, le puis-je ? Et serait-ce même loyal de ma part de paraître ne pas l'avoir remarquée ?

Il y a probablement ici un point d'histoire à éclaircir. A l'essayer je suis dans un véritable embarras. On n'écrit pas l'histoire *à priori,* et je me vois, à Bruxelles, trop mal documenté, sur le passé de l'enseignement au Portugal, pour pouvoir aborder un sujet aussi spécial.

Le reproche de M. Guimarães me paraît cependant étrange. Car enfin, la Compagnie a toujours été un corps à gouvernement centralisé. A en croire quelques-uns, il serait même centralisé à l'excès. On y obéirait à l'aveugle aux ordres venus de Rome. Or, si je n'ai jamais, il est vrai, eu en mains les registres des minutes des lettres de nos Généraux aux pères des provinces de l'assistance de Portugal, mes études sur Grégoire de Saint-Vincent m'ont obligé, récemment encore, à en parcourir d'autres. J'ai notamment examiné à loisir ceux des minutes de leurs lettres aux provinces de Flandre-Belgique, de Rome et de Bohême. Ils seront, je n'en doute pas, publiés un jour dans la collection des *Monumenta historica Societatis Jesu* éditée à Madrid par les

PP. Jésuites espagnols (1). Eh bien ! loin de s'opposer à l'étude des sciences mathématiques, les Généraux l'encouragent avec une force et une insistance auxquelles je ne m'attendais pas. Leurs ordres sont répétés, nets, absolus, parfois même cassants.

En veut-on la preuve ?

Je pourrais multiplier les exemples. En voici un, entre bien d'autres. Si je le choisis, c'est uniquement parce qu'au moment où j'écris je l'ai sous la main. Il s'agit d'une lettre du P. Oliva écrite au provincial de Flandre-Belgique, au sujet des travaux de Grégoire de Saint-Vincent.

Grégoire a 78 ans. Malgré son grand âge, il songe à imprimer son deuxième ouvrage, l'*Opus ad Mesolabium*. Le Général Jean Paul Oliva l'apprend, et après avoir envoyé au vaillant vieillard une lettre de chaleureuse approbation, il prend encore le même jour la plume pour écrire au provincial de Grégoire. Je traduis :

« Jean Paul Oliva, à François de Cleyn, provincial de Flandre-Belgique.

» Votre Révérence, je le sais par expérience, m'obéit toujours ; je voudrais cependant qu'elle prenne cette fois tout spécialement à cœur ce que je lui écris. Votre Révérence sait parfaitement tout le cas que nous devons faire des mathématiques. Cette science nous a donné une grande autorité. Elle a produit les plus grands fruits, tant hors de l'Europe qu'à l'intérieur.

» Je félicite la province de Flandre-Belgique de posséder encore le P. Grégoire de Saint-Vincent ; ce vieillard mathématicien, qui a tant mérité des mathématiques supérieures, qui se montre tout disposé à en mériter encore !

» Votre Révérence l'interrogera tout particulièrement en mon nom. Elle lui demandera ce qui pourrait lui faciliter l'impression de ses travaux, ce qu'il faut faire, à son avis, pour que l'ancienne étude des mathématiques et de la géométrie reprenne sa fleur première.

» Ne laissons pas s'éteindre cette dernière étincelle d'espoir ! Entretenons-la de toutes nos forces, de tout notre pouvoir !

» A ce que j'apprends, il est parmi ses élèves un jeune homme

(1) Je signalerai comme particulièrement curieux pour la question qui nous occupe, le volume de cette collection intitulé : *Monumenta paedagogica Societatis Jesu quae primam rationem studiorum, anno 1586 editam praecessere*, ediderunt Caecilius Gomez Rodeles, Marianus Lecina, Vincentius Agusti, Fridericus Cervos, Aloysius Ortiz, presbyteri Societatis Jesu. Matriti, Avrial, 1901. Voir notamment les deux programmes d'études demandés à Clavius, pp. 471-476.

auquel il est fort attaché, à cause de l'aptitude et de la facilité qu'il montre pour ces hautes sciences. Votre Révérence le laissera à sa disposition tant que son ouvrage est sous presse. Le maître sera ainsi puissamment soulagé pendant le labeur de l'impression ; l'élève se pénétrera plus longuement d'une science que plusieurs semblent ne s'être assimilée que superficiellement.

» J'en dirais davantage, si je n'écrivais à Votre Révérence. Par ce qui précède, elle est homme à comprendre aisément ce que je veux.

» Si votre Révérence exécute ce que je désire, je croirais avoir fait, par Votre Révérence, quelque chose de grand pour la gloire de Dieu, de la Compagnie, et de cette Province. Je souhaite, et plusieurs désirent comme moi, que Votre Révérence en cela fasse trop, plutôt que le strict nécessaire.

» Je me recommande vivement aux très Saints Sacrifices de Votre Révérence.

» De Rome, le 19 août 1662. »

Et maintenant, que malgré des ordres analogues les provinces du Portugal ne puissent pas nous présenter néanmoins les brillants groupes d'astronomes et de géomètres qui faisaient la gloire de quelques autres provinces de la Compagnie ; soit, je le veux bien. A Lisbonne, on chercherait, peut-être en vain, Clavius, Grienberger, Riccioli ou Scheiner, que l'on pouvait rencontrer à Rome ; d'Aiguillon, della Faille, Tacquet ou Grégoire de Saint-Vincent, dont on était si fier aux Pays-Bas ; Adam Schall, Ferdinand Verbiest, Antoine Thomas, successivement directeurs de l'Observatoire de Peking.

Mais ici — M. Guimarães me le pardonnera, car je pense en définitive trop de bien de son *Aperçu historique* pour qu'il m'en veuille beaucoup de ces quelques critiques — ici donc, j'ai éprouvé une nouvelle surprise. A Antoine Thomas, j'allais ajouter un nom, celui d'un portugais cette fois, né à San Martino di Valho, Thomas Pereyra.

Or, dans le *Festschrift* offert à M. Maurice Cantor à l'occasion du 80e anniversaire de sa naissance, j'ai publié au mois d'août dernier une lettre d'Antoine Thomas. Celui-ci y raconte les funérailles de Verbiest, puis il annonce à son correspondant la nomination de Pereyra et la sienne, comme directeurs intérimaires de l'Observatoire de Peking. Le directeur titulaire fut, on le sait, le P. Philippe Grimaldi. Mais Grimaldi était alors en mission, en

Europe, au nom de l'empereur Kang-Hi, et cette mission devait durer plusieurs années encore.

Un peu pressé par le temps, je m'étais contenté, sur Thomas Pereyra, des renseignements biographiques et bibliographiques donnés dans la *Bibliothèque de la Compagnie de Jésus* par les PP. De Backer et Sommervogel. Mon premier mouvement en recevant le beau volume de M. Guimarães a été de le parcourir pour chercher à les compléter.

A mon vif étonnement, Pereyra y est passé sous silence.

J'en ai conclu — est-ce à tort ? — que malgré leur mérite comme astronomes et géomètres, certains Jésuites portugais ont laissé plus de souvenir à l'étranger que dans leur propre patrie. Encore une fois, ne resterait-il peut-être pas là un champ ouvert à de nouvelles recherches ; une page intéressante d'histoire à écrire ? Poser la question est la seule conclusion que je prétende tirer de ces critiques ; car je tiens à éviter toute équivoque. Malgré mes quelques reproches, l'*Aperçu historique* de M. Guimarães n'en est pas moins un excellent travail, dont il convient de remercier et de féliciter l'auteur.

La deuxième partie des *Mathématiques en Portugal* est bibliographique. Elle se prête naturellement mal aux résumés et aux vues d'ensemble. L'auteur y suit l'ordre du *Répertoire bibliographique des sciences mathématiques*. Pour quelques travaux, il nous donne un simple titre ; mais un très grand nombre d'autres sont brièvement analysés. L'intérêt et la valeur de cette bibliographie en sont doublés.

Le mouvement scientifique, en Portugal, provoque des observations assez curieuses, autant du moins qu'une simple bibliographie permet de les faire. Pour en donner quelque idée, je transcris les titres des subdivisions, en ajoutant entre parenthèses à chacun d'eux le nombre des travaux qui s'y rapportent. Ces chiffres ont leur éloquence et parlent d'eux-mêmes.

I. Analyse mathématique. *Classe A*. Algèbre élémentaire ; théorie des équations algébriques et transcendantes ; groupes de Galois ; fractions rationnelles ; interpolation (69),

Classe B. Déterminants ; substitutions linéaires ; élimination ; théorie algébrique des formes ; invariants et covariants ; quaternions ; équipollence des quantités complexes (19).

Classe C. Principes du Calcul différentiel et intégral ; applications analytiques ; quadratures ; intégrales multiples ; déterminants fonctionnels ; formes différentielles ; opérations différentielles (56).

Classe D. Théorie générale des fonctions et son application aux fonctions algébriques et circulaires ; séries et développements infinis, comprenant en particulier les produits infinis et les fractions continues considérées au point de vue algébrique ; nombres de Bernoulli ; fonctions sphériques et analogues (53).

Classe E. Intégrales définies et en particulier intégrales eulériennes (10).

Classe F. Fonctions elliptiques avec leurs applications (14).

Classe G. Fonctions hyperelliptiques, abéliennes, fuchsiennes (1).

Classe H. Équations différentielles et aux différences partielles ; équations fonctionnelles ; équations aux différences finies ; séries récurrentes (15).

Classe I. Arithmétique et théorie des nombres ; analyse indéterminée ; théorie arithmétique des formes et des fractions continues ; division du cercle ; nombres complexes, idéaux, transcendants (266).

Classe J. Analyse combinatoire ; calcul des probabilités ; calcul des variations ; théorie générale des groupes de transformations, en laissant de côté les groupes de Galois (A), les groupes de substitutions linéaires (B) et les groupes de transformations géométriques (P) ; théories des ensembles de M. Cantor (26).

II. Géométrie. *Classe K.* Géométrie et trigonométrie (étude des figures formées de droites, plans, cercles et sphères) ; géométrie du point, de la droite, du plan, du cercle et de la sphère ; géométrie descriptive ; perspective (251).

Classe L. Coniques et quadriques (46).

Classe M. Courbes et surfaces algébriques ; courbes et surfaces transcendantes spéciales (27).

Classe N. Complexes et congruences ; connexes ; systèmes de courbes et de surfaces ; géométrie énumérative (1).

Classe O. Géométrie infinitésimale et géométrie cinématique ; applications géométriques du calcul intégral à la théorie des courbes et des surfaces ; quadrature et rectification ; courbure ; lignes asymptotes, géodésiques, lignes de courbure ; aires ; volumes ; surfaces minima ; systèmes orthogonaux (15).

Classe P. Transformations géométriques ; homographie ; homologie et affinité ; corrélation et polaires réciproques ; inversions ; transformations birationnelles et autres (2).

Classe Q. Géométrie, divers ; géométrie à n dimensions ; géo-

métrie non euclidienne ; analysis situs ; géométrie de situation (29).

III. Mathématiques appliquées. *Classe R.* Mécanique générale ; cinématique, comprenant les centres de gravité et les moments d'inertie ; dynamique ; mécanique des solides ; frottement ; attraction des ellipsoïdes (90).

Classe S. Mécanique des fluides ; hydrostatique, hydrodynamique, hydraulique, thermodynamique, balistique, etc. (73).

Classe T. Physique mathématique ; élasticité : résistance des matériaux ; capillarité ; lumière ; chaleur ; électricité (126).

Classe U. Astronomie, mécanique céleste et géodésie. Cette classe est subdivisée : Y^1 Astrologie (43). Y^2 Ouvrages didactiques (20). Y^3 Astronomie spérique (118). Y^4 Astronomie théorique (99). Y^5 Astronomie physique (25). Y^6 Astronomie pratique (51). Y^7 Monographie des corps principaux du système solaire (29). Y^8 Astronomie stellaire (15). U. Autres ouvrages (605).

Classe V. Philosophie et histoire des sciences mathématiques ; biographie des mathématiciens (137).

Classe X. Procédés de calcul ; table ; nomographie ; calcul graphique ; planimétrie ; instruments divers (106).

L'ouvrage se termine par un supplément, des notes et un appendice. Le supplément contient 45 titres oubliés dans les nomenclatures précédentes. L'appendice indique 44 articles ou ouvrages d'analyse, 36 de géométrie, 64 de mathématiques appliquées, qui ont paru pendant que les *Mathématiques en Portugal* de M. Guimarães étaient sous presse.

H. Bosmans, S. J.

VIII

Traité pratique des poids et mesures des peuples anciens et arabes, par J.-A. Decourdemanche. Un vol. grand in-8° de 144 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1909.

L'*Essai sur les systèmes métriques et monétaires des anciens peuples*, publié à Paris en 1859 par Vasquez Queipo, est le dernier ouvrage d'ensemble consacré à la métrologie ancienne et à celle des Arabes, intimement liées. Outre sa rareté, ce travail présente plutôt un recueil d'éléments à mettre en œuvre

que les solutions précises et pratiques que cherchent généralement ceux qui le consultent. De plus, par sa date même, il se trouve actuellement fort arriéré.

Le *Traité* que publie M. Decourdemanche reprend, transforme et met au point l'œuvre de son devancier : il réunit et coordonne, sous une forme brève et pratique — celle d'une série de tableaux — les systèmes métriques dont traitait l'*Essai* de 1859, mais en les complétant et en utilisant les données obtenues depuis sa publication, notamment les *Matériaux pouvant servir à l'histoire de la Numismatique et de la Métrologie musulmanes*, publiés dans le JOURNAL ASIATIQUE par M. Sauvaines, de 1884 à 1887.

Voici un aperçu de la table des matières :

Ire PARTIE. **Des talents-types et de leurs premiers dérivés.** — CHAP. Ier. *Caractéristiques des talents-types.* — CHAP. II. *Des canthars.* — CHAP. III. *Des pieds et condées.* — CHAP. IV. *Caractéristiques des pieds et condées.* — CHAP. V. *Formation du talent-type babylonien.* Talent des maçons. Canthar des mille onces. Talent des briques. Canthar pondéral babylonien. Talent-type babylonien.

IIe PARTIE. **Utilisation des talents-types à la constitution des poids** — CHAP. Ier. *Utilisation du talent-type babylonien.* Système rhodien ou des Cistophores. Système gréco-asiatique. Système romain. Système pondéral Séleucide. Systèmes arabo-syriens. Système rabbinique. Canthar d'Antioche. Ratl chary ou légal. Canthar du dirhem légal. — CHAP. II. *Utilisation du talent-type assyrien.* Premier talent assyro-égyptien. Second talent assyro-égyptien. Talent-type assyrien. Système commercial d'Athènes. Système carthaginois ou bosphorique. Système assyro-carthaginois. — CHAP. III. *Formation et utilisation du talent-type égyptien.* Premier système égyptien. Second système égyptien. Système royal pharaonique. Système hébreu sacré. Système alexandrin. Système pondéral des Septante. Système attique ou cuboïque. Système égypto-romain, pour les matières précieuses. Système égypto-arabe. Systèmes hindous anciens. Système d'el Mansour. Modifications arabes du système égypto-romain. — CHAP. IV. *Utilisation du talent-type ptolémaïque.* Système lagide. Système hébreu du second temple. Système des talmudistes. Système arabe d'Alexandrie.

IIIe PARTIE. **Utilisation des poids à la constitution des mesures.** — Observation sur les mesures de capacité. — CHAP. Ier. *Mesures babyloniennes anciennes non déterminées.* — CHAP. II. *Mesures babyloniennes anciennes déterminées.* Système dit primitif. Système dit historique. Système dit lagide. Système perse, mesures agraires. Système des maçons. Système royal babely. Système babely nouveau. — CHAP. III. *Utilisation du talent-type babylonien.* Mesures issues du talent-type babylonien. Système noir. Système égypto-babylonien. Système royal philétérien. Système alexandrin. Système dit de Cosroës. Système perse. Système égypto-perse. Premier système romain des mesures de longueur. Troisième système romain (2e pied légal). Système romain des mesures de capacité. Système égypto-arabe. Système séleucide ou arabo-syrien. Système thébain. — CHAP. IV. *Utilisation*

du talent-type assyrien. Système égypto-olympique. Système ptolémaïque. Système grec. Système babely ou stambouly. Second système romain des mesures de longueur (1er pied légal). Système hébreu. — CHAP. V. *Utilisation du talent-type égyptien.* Système royal égyptien pharaonique. Système ptolémaïque. — CHAP. VI. *Utilisation du talent-type lagide.* Système lagide. Résumé.

APPENDICE. Filiation des principaux talents. Tableau des éléments des principaux systèmes métriques des anciens. Relevé des pieds et coudées, par ordre de longueur. Relevé des mesures itinéraires. Relevé des parités entre mesures linéaires de systèmes différents.

N. N.

IX

SAVANTS DU JOUR. GASTON DARBOUX. BIOGRAPHIE, BIBLIOGRAPHIE ANALYTIQUE DES ÉCRITS, par ERNEST LEBON. Un vol. grand in-8° de 72 pages, avec portrait. — Paris, Gauthier-Villars, 1910.

M. Ernest Lebon a entrepris de publier une série de petits volumes, construits sur un plan uniforme et contenant chacun le portrait, la biographie et la bibliographie des écrits d'un *savant du jour*. Le premier a paru il y a quelques mois : il est consacré à M. Henri Poincaré.

Dans le volume actuel, le second de la série, on trouve une courte et substantielle biographie de M. Darboux, avec une vue d'ensemble de son œuvre scientifique. Vient ensuite la liste très longue — elle contient 419 numéros — des ouvrages, mémoires, notes, discours, etc., du savant secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences partagée en sections avec un soin minutieux. Cette *bibliographie analytique* ne se réduit pas à un simple énoncé de titres et de références : en tête des principales sections, M. Lebon a placé des analyses et des appréciations dues à des savants tels que Camille Jordan, Michel Chasles, Jules Houël et Philippe Gilbert ; lui-même a ajouté au besoin, tantôt un mot d'explication à un titre vague, tantôt un court résumé du travail mentionné.

Au soin extrême apporté par M. Lebon à son travail, s'ajoutent d'autres garanties encore d'exactitude et d'achèvement : M. Darboux, après avoir pris connaissance du manuscrit de l'auteur, a bien voulu lui donner de précieux conseils pour le classement bibliographique, et a lu et approuvé la dernière épreuve de l'opuscule.

Dans cette notice, comme dans celle qui l'a précédée, M. Lebon a parfaitement atteint le but qu'il s'était proposé : composer un ouvrage qui soit à la fois intéressant pour les personnes qui désirent connaître seulement, dans leur ensemble, l'œuvre d'un savant tel que M. H. Poincaré ou M. G. Darboux, et très utile à celles qui se livrent à des études et à des recherches dans le domaine des sciences dont ces savants sont d'illustres maîtres.

J. N.

X

Étude sur l'espace et le temps, par Georges Lechalas. Deuxième édition, revue et augmentée. Un volume in-8° de 327 pages. — Paris, Félix Alcan, 1909. Prix : 5 francs.

La première édition du livre de M. Lechalas a paru en 1895 et nous en avons rendu compte dans la livraison de janvier 1896 de la Revue des Questions scientifiques, en nous attachant spécialement aux questions qui touchent aux principes de la géométrie et en nous contentant d'effleurer les autres, faute de compétence spéciale pour en parler comme il le faudrait. Nous ferons de même en analysant la seconde édition ; nous signalerons surtout les additions considérables que l'auteur a introduites dans son exposé primitif, en particulier dans les chapitres relatifs à l'espace géométrique. Les travaux importants qui ont paru depuis une quinzaine d'années sur les bases logiques de la géométrie et de la mécanique n'ont forcé nulle part M. Lechalas à abandonner ses vues fondamentales, ce qui en prouve la solidité et la puissance assimilatrice, si j'ose ainsi dire.

Le premier chapitre de l'ouvrage, intitulé *Coup d'œil sur les géométries non métriques*, débute par des remarques sur les sciences purement déductives et sur la géométrie considérée comme telle. L'auteur indique avec soin quelles sont les conditions auxquelles doivent satisfaire les définitions premières et les postulats fondamentaux d'une science pour que l'on puisse, par la logique pure, en déduire la suite des propositions que cette science étudie, et il fait ressortir les services que rend en pareil cas l'écriture symbolique de Peano, contrairement à ce qu'en ont dit de bons mathématiciens : ceux-ci ont confondu l'exposition rigoureuse de la science où la logistique est utile,

avec l'invention qui procède souvent par tâtonnement et induction. Comme exemple d'exposition purement déductive de la géométrie, l'auteur cite avec raison le livre de Hilbert.

M. Lechalas expose ensuite la géométrie purement numérique de De Tilly sous la dernière forme que lui a donnée ce profond géomètre, mais en faisant remarquer avec plus de netteté que lui, que toutes ses spéculations ne sont pas attachées à une forme d'extériorité quelconque, bien que ce soit l'étude des diverses géométries non euclidiennes qui aient conduit De Tilly à choisir certaines relations analytiques pour exprimer les intervalles. La fin du chapitre est consacrée aux principes de la géométrie purement projective de Klein, où la détermination des indices de chaque point est fondée sur la construction dite du quadrilatère de von Staudt ; Hilbert a expliqué pourquoi la démonstration du théorème fondamental de géométrie plane sur lequel cette construction repose, doit s'appuyer sur la géométrie solide.

Le chapitre II est consacré à la géométrie métrique. Dès le premier paragraphe, M. Lechalas réfute des préjugés très répandus qu'il importe d'écarter pour ne pas les rencontrer sans cesse dans la suite. Il montre que l'on a le droit de conserver la vieille notion de l'égalité des figures complétée par l'axiome de libre mobilité ; qu'il est cependant possible d'étudier des espaces non identiques à eux-mêmes, comme l'est un ellipsoïde sur lequel on ne peut déplacer une figure sans la déformer ; enfin il remarque qu'il importe de considérer à la fois à part et en rapport les uns avec les autres, des espaces à une, deux, trois ou quatre dimensions.

Le paragraphe suivant, intitulé *Géométrie à une et à deux dimensions,* ne traite qu'une question relative à la géométrie à une dimension, celle de la symétrie : il est impossible d'amener un segment OA à coïncider avec son symétrique OA′ de manière que A tombe en A, si l'on ne sort pas de l'espace à une dimension considéré. Dans les géométries à deux dimensions sur les surfaces identiques à elles-mêmes qu'il appelle sphère, horisphère, hypersphère, il donne les propriétés caractéristiques des géodésiques de ces surfaces, par rapport aux géodésiques sécantes ou non sécantes, aux normales, aux équidistantes ; il considère aussi la somme des angles d'un triangle et la question de la similitude et de l'homogénéité. Au fond, dans ces quelques pages, on trouve résumées toutes les propriétés essentielles de la géométrie riemannienne, de la géométrie euclidienne et de la

géométrie lobatchefskienne, sous une forme éminemment propre à faciliter l'intelligence des deux paragraphes suivants, qui traitent de la géométrie à trois dimensions et de la géométrie à quatre dimensions.

Un espace à trois dimensions identique à lui-même dans toutes ses parties est caractérisé par sa géodésique qui est celle d'un des trois espaces à deux dimensions étudiés auparavant ; on peut d'ailleurs y distinguer une infinité de sphères et d'hypersphères, mais il ne contient qu'un horisphère à cause de la nature de la géodésique de cette dernière surface. M. Lechalas fait connaître la notion de courbure pour les surfaces et les lignes situées dans un même espace, celle de distance entre deux points comptée sur les diverses sortes de géodésiques qui peuvent les réunir. Le passage de la troisième dimension à la quatrième, est aussi facile que celui de la deuxième à la troisième. Dans un espace à quatre dimensions, on peut étudier simultanément et comparer les divers espaces à trois dimensions qui y sont contenus ; ceux-ci sont infiniment minces par rapport à la quatrième dimension. Deux figures à trois dimensions symétriques par rapport à une surface géodésique sont superposables dans l'espace à quatre dimensions ; une sphère horisphérique et une sphère (sphérique ou) riemannienne sont identiques, car elles sont l'intersection d'un espace horisphérique et d'un espace sphérique etc. etc. L'auteur résume ici les points les plus essentiels de son *Introduction à la géométrie générale.*

Les autres chapitres du livre de M. Lechalas sont beaucoup moins remaniés que les deux premiers. Contentons-nous de signaler les changements principaux qui y ont été introduits.

Dans le chapitre III, *Histoire et polémiques relatives à la géométrie,* l'auteur complète d'après Bonola l'historique de la géométrie générale, il fait connaître les postulats de Pieri et les idées fondamentales de Hilbert et de Dehn sur de nouvelles géométries obtenues en supprimant certaines notions fondamentales de la géométrie usuelle. M. Lechalas combat aussi certaines manières de voir de Barbarin et de nous où nous différons d'avec lui, sinon sur le fond, au moins dans la manière de nous exprimer sur les trois géométries.

Le chapitre IV, *Partie philosophique de la géométrie générale,* a aussi été complété ; l'auteur y revient sur la *nécessité* (nous dirions *utilité)* de synthétiser les trois géométries en une géométrie unique et combat notre manière de voir sur le paradoxe des objets symétriques de Kant.

Le chapitre V, *Le temps et l'espace en mécanique,* a été complété, au point de vue historique, au moyen des beaux travaux de Duhem sur l'évolution de la notion du mouvement absolu; au point de vue des principes, par d'excellentes remarques de Goedseels sur la mesure du temps et sur le choix des axes en mécanique. L'auteur signale aussi en terminant l'hypothèse de Lorentz sur la variation de la masse quand on prend l'éther comme repère.

Dans le chapitre VI, *La Géométrie de notre Univers*, nous notons les arguments tirés de la stéréochimie en faveur de l'hypothèse d'une quatrième dimension, et une discussion très solide des arguments de Poincaré contre le principe de la détermination de la géométrie de l'Univers.

Les trois derniers chapitres : *le Problème des mondes semblables et de la réversibilité de l'Univers ; critique de l'infini et du continu, les arguments de Zénon d'Élée ; la nature du temps*, contiennent relativement peu d'additions, sauf le second où M. Lechalas a introduit un exposé substantiel de la théorie des ensembles, et une réfutation sommaire de certaines rêveries de Nietzsche et d'un autre philosophe plus célèbre.

Le livre de M. Lechalas se termine par des considérations qui en constituent la conclusion suprême : « Le temps n'étant qu'une forme de notre sensibilité, qui revêt d'une apparence toute subjective la simple relation de cause occasionnelle à effet, il ne peut être question de le mesurer, au sens propre du terme, mais seulement de compter une série de phénomènes... Mais le monde matériel obéit à des lois simples si l'on adopte un certain mouvement-unité, et cette adoption amène, sinon une régularité complète dans les phénomènes psychiques, du moins un ordre relatif entre ceux de ces phénomènes qui forment la base de notre vie ... Ainsi se trouve établi l'accord entre la conception philosophique du temps et les résultats de la science expérimentale... Il nous semble donc qu'il est possible de jeter quelque lumière sur le problème du temps.

» Au contraire, ..., nous avons avoué ne rien entrevoir qui pût nous éclairer sur la nature de la relation spatiale. Il ne serait du reste pas surprenant qu'il s'agît là d'une impossibilité absolue, si par nature de la relation spatiale on entend sa réduction à une autre relation... Il n'y aurait rien d'invraisemblable à ce que l'on fût ici en présence d'une relation irréductible à d'autres plus fondamentales. Ne s'agit-il pas en effet de la relation ... qui caractérise ... le monde extérieur, tandis

que le temps relie indifféremment les phénomènes de tout ordre, ce qui permet de prévoir qu'il présente un caractère rationnel simplement voilé par une forme de sensibilité.

» Si l'espace au contraire est irréductible à un principe rationnel, ce n'est pas à dire que la raison ne puisse y pénétrer : à la suite du nombre, elle le régit... construisant *à priori* une infinité d'espaces. Les impressions sensibles suggèrent un choix, sans l'imposer, entre tous les espaces possibles ; et l'on voit la géométrie générale, purifiée du scandale des postulats affirmés comme vérités nécessaires, apparaître comme science apodictique des formes d'extériorité à plusieurs dimensions, tandis que la géométrie euclidienne, qui y tient une place très intéressante en soi, revêt à un autre point de vue le caractère d'une science de la nature, le choix des postulats fondamentaux étant inspiré par l'observation. »

Nous souscrivons bien volontiers à cette conclusion sur l'espace, sinon sur le temps, et nous disons, en changeant quelques mots des dernières lignes de l'ouvrage, que *le livre de M. Lechalas apporte des lumières très intéressantes sur mainte question d'ordre philosophique, logique ou scientifique.* Les plus savants y apprendront quelque chose sur les questions qui y sont traitées.

PAUL MANSION.

XI

O. D. CHWOLSON. TRAITÉ DE PHYSIQUE, ouvrage traduit sur les éditions russe et allemande, par E. DAVAUX, suivi de Notes sur la Physique théorique par E. et F. COSSERAT. Tome III, premier fascicule. Un vol. grand in-8° de 408 pages, avec 126 figures dans le texte. — Paris, A. Hermann, 1909.

Des quatre volumes que comprendra l'édition française du *Traité de Physique* de M. Chwolson, les deux premiers ont paru ; le fascicule que nous annonçons ouvre le troisième volume, consacré à l'énergie calorifique. On y trouve l'exposé de la *Thermométrie ;* l'étude expérimentale de la *Variation des dimensions et de la pression des corps en fonction de la température ;* la calorimétrie et tout ce qui concerne la *Capacité calorifique* des solides, des liquides et des gaz ; la transformation des diffé-

rentes formes de l'énergie en énergie calorifique et un exposé succinct des principes, des méthodes et des résultats de la *Thermochimie ;* enfin les lois de *Refroidissement des corps*, la détermination expérimentale et un aperçu de la théorie mathématique de la *Conductibilité calorifique*.

J. T.

XII

Notions fondamentales sur la Télégraphie envisagée dans son développement, son état actuel et ses derniers progrès (Du Bréguet au Pollak et Virag et aux Téléphotographes), par Albert Turpain, Professeur de Physique à la Faculté des sciences de l'Université de Poitiers. Un vol. grand in-8° de 180 pages, 122 figures (*Bibliothèque de l'Élève-ingénieur*). — Paris, Gauthier-Villars, 1910.

En tête de son travail, M. Turpain a placé un aperçu très intéressant sur les origines et les développements de la télégraphie électrique et tracé le canevas de son livre : nous ne pouvons mieux faire que de le suivre de très près dans cette rapide analyse.

La télégraphie électrique est la plus ancienne application industrielle de l'électricité, elle n'en est pas la moins complexe : elle fait appel à une foule de compétences et son étude soulève de nombreux et vastes problèmes. Au lieu d'esquisser chacun d'eux et de dresser comme une table des matières détaillée de tout ce qui intéresse la télégraphie électrique on fait partie de son domaine, M. Turpain a préféré s'en tenir à un cadre moins vaste, mais bien défini, et consacrer à un sujet plus restreint une étude plus approfondie.

Laissant de côté les dispositifs auxiliaires d'un télégraphe électrique : lignes, câbles, fils, appareils de mesure, de recherche des défauts, de préservation ou de connexion, il se borne à étudier les dispositifs télégraphiques eux-mêmes et les instruments les plus usuels à l'heure présente. Encore, fait-il un choix entre les nombreux procédés de communication électrique et les appareils variés qui les réalisent. Ainsi des trois procédés différents, la télégraphie par ligne terrestre, la télégraphie par ligne sous-marine, et la télégraphie dite sans fil, qui utilisent

trois sortes d'appareils appropriés, il choisit les télégraphes employés sur les lignes terrestres, et s'en tient là.

L'étude de ces appareils peut se faire en distinguant deux époques ou deux phases bien nettes de la télégraphie électrique ; c'est la voie que suit M. Turpain.

Pendant la première de ces périodes, on ne s'inquiète nullement de faire rendre à la ligne tout ce qu'elle peut fournir : des appareils lents, mais très simples, le *Bréguet* et le *Morse*, répondent parfaitement aux besoins limités des transactions. Ils deviennent insuffisants le jour où la télégraphie passe du domaine du luxe dans celui de l'utile. Peu à peu le public s'est habitué à ce mode nouveau de correspondance ; ses exigences s'accroissent et avec elles se produit l'encombrement : la nécessité d'appareils plus rapides s'impose de plus en plus, et le désir se fait jour, pour éviter les erreurs de lecture, d'obtenir les télégrammes sous *formes typographiques*. Stimulé par ces exigences, l'esprit d'invention fit merveille.

L'appareil-imprimeur du professeur Hughes fut un premier et très sérieux progrès, mais on ne se contenta pas longtemps de dispositifs n'écoulant que 50 à 60 télégrammes à l'heure, en moyenne, fussent-ils imprimés.

C'est alors que s'ouvre définitivement la seconde période, celle des *transmissions rapides*, et avec elle *la mise en exploitation raisonnée d'un fil de ligne,* le seul organe vraiment coûteux du télégraphe.

Trois solutions furent successivement apportées au problème : la première par les appareils à composition préalable, tel le *Wheatstone automatique ;* la deuxième par les *appareils multiples* qui présentent deux modes : les mises *en duplex* et *en quadruplex* du Morse et du Hughes, et les *multiplex* dont le plus parfait est le *Baudot ;* enfin la troisième solution est donnée par les *multicommunicateurs* qui se rapportent à deux types généraux : les *multicommunicateurs à courants variés* ou à diapason, dont le principe fut indiqué, dès 1860, par l'abbé Laborde, et que réalisent le télégraphe de Paul Lacour, mis en pratique en 1873, et, plus récemment (1900), le *duodéciplex* de M. Mercadier ; et les *multicommunicateurs à ondes électriques* dont M. Turpain a indiqué le principe en 1898 (1).

(1) A. Turpain, Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, 26 déc. 1898. — *Recherches expérimentales sur les ondes électriques*, Paris, Hermann, 1899. — *Les applications pratiques des ondes électriques*, Paris, Gauthier-Villars, 1902.

C'est en suivant ces développements que l'auteur traite d'abord du *télégraphe à cadran de Bréguet* et du *système Morse*. Ceci l'amène à parler des appareils utilisés en *télégraphie militaire* et à la *réception d'un signal télégraphique*.

Cet exposé très précis, très net, met bien en lumière les raisons des complications que présentent les appareils qui succèdent à ceux-ci, et dont l'auteur s'occupe ensuite : le *télégraphe-imprimeur de Hughes* et le *télégraphe automatique à composition préalable de Wheatstone*. Après les avoir étudiés, l'auteur aborde les *méthodes de mise en duplex et en quadruplex* du Morse, du Hughes et du Wheatstone. Il passe de là au *télégraphe Baudot*, la meilleure des solutions par multiples.

La multicommunication télégraphique est exposée dans ses principes et dans ceux de ses appareils déjà réalisés : elle est la *télégraphie de l'avenir* et avec elle s'ouvre une ère nouvelle, celle des *télégraphes extrêmement rapides*.

Ce coup d'œil sur l'exploitation télégraphique de demain amène l'auteur à décrire des appareils vraiment merveilleux : le *télégraphe Pollak et Virag* dont la vitesse fantastique atteint 40 000 mots à l'heure, et les *téléphotographes*, en particulier, le *télautographe Carbonelle* qui réalise une vitesse de transmission presque double de la précédente, en restaurant d'une manière très ingénieuse le principe d'un télégraphe écrivant déjà ancien, l'appareil Casselli.

En terminant, l'auteur fait allusion à l'*électrotypographe* qui est à la veille de révolutionner l'industrie du livre et qui, par certains côtés, doit être rapproché des télégraphes.

Le livre de M. Turpain est écrit pour les élèves-ingénieurs, mais il est de nature à intéresser aussi le grand public curieux de connaître les secrets d'une des plus belles et des plus utiles applications de la physique et de la mécanique de précision.

E. O.

XIII

Téléphonie. Du téléphone Bell aux multiples automatiques. Essai sur les origines et le développement du téléphone, par Albert Turpain, professeur à la Faculté des sciences à l'Université de Poitiers. Un vol. grand in-8° de 186 pages, 123 fig. *(Bibliothèque de l'Élève-ingénieur)*. — Paris, Gauthier-Villars, 1910.

C'est l'histoire des origines du téléphone, de ses transformations successives, de son adaptation aux besoins et aux exigences pratiques et de son développement industriel qui nous est présentée dans cette très intéressante monographie.

Elle s'ouvre par le rappel d'une expérience du physicien américain Page qui, en 1837, remarqua qu'un phénomène sonore peut accompagner les variations rapides d'aimantation : si celles-ci sont périodiques, un son, plus ou moins pur, se produit dont la hauteur varie avec la fréquence de ces variations.

On ne fut pas longtemps à construire des *vibrateurs électriques* capables de produire des sons musicaux (De la Rive, Gassiot, Mac Gauley, Neef).

En 1854, un employé de l'administration française des Télégraphes, Charles Bourseul, s'attaqua au problème de la reproduction et de la transmission de la parole : « Imaginez, écrit-il, qu'on parle près d'une plaque mobile assez flexible pour ne perdre aucune des vibrations produites par la voix, que cette plaque établisse et interrompe successivement la communication avec une pile ; vous pourrez avoir à distance une autre plaque qui exécutera en même temps les mêmes vibrations »... Ce n'est encore qu'un beau rêve ; mais l'auteur a foi en sa réalisation : « il est certain, ajoute-t-il, que dans un avenir plus ou moins lointain la parole sera transmise à distance par l'électricité. » Si ces expériences laissèrent entrevoir un résultat favorable, elles n'aboutirent pas à la solution pratique du problème.

Elle était réservée à l'instituteur allemand Ph. Reiss, qui construisit le premier instrument à l'aide duquel des *sons articulés* purent être reproduits et transmis, mais dans des conditions assez précaires. « J'appelle cet instrument *téléphone* », dit-il.

Longtemps on s'ingénia à construire des dispositifs dérivés de celui de Reiss parmi lesquels il faut rappeler le *condensateur chantant* (Varlez, Pollard et Garnier), mais sans arriver d'une façon sûre et pratique au transport de la voix à distance.

Le 14 février 1876, Graham Bell, professeur à Boston, déposait à l'Office des patentes de Washington un mémoire descriptif concernant l'*invention d'un téléphone à pile ;* le même jour, deux heures plus tard, un second mémoire sur le même objet était déposé au même Office par Elisah Gray, électricien à Chicago.

Dans le premier *téléphone* de G. Bell, une pile envoie son

courant dans deux électro-aimants disposés en série, placés chacun au fond d'un cornet et au voisinage d'une membrane : l'un sert de transmetteur, l'autre de récepteur. Les sons qui ébranlent la membrane du transmetteur font vibrer une pièce de fer, fixée en son centre, et qui, dans ses mouvements de va-et-vient, s'approche et s'éloigne successivement de l'électro-aimant voisin. L'intensité du courant qui traverse la ligne subit des variations de même période qui se transmettent au récepteur, de tous points identique au transmetteur.

Dans le téléphone d'Elisah Gray, les variations périodiques de l'intensité du courant sont produites par des variations de résistance dans le circuit de la pile, fermé d'une part par l'électro-aimant du récepteur, en face duquel se trouve une membrane portant en son centre une lame de fer doux, et d'autre part par un liquide dans lequel plonge une tige conductrice que porte la membrane du transmetteur. Cette membrane vibre sous l'action de la voix, la tige qu'elle porte participe à ces vibrations et s'enfonce plus ou moins dans le liquide, d'où les variations périodiques de résistance du circuit entraînant celles de l'intensité du courant.

G. Bell abandonna bientôt son instrument pour le perfectionner. Il construisit un deuxième dispositif empruntant encore le courant d'une pile. Ici, la membrane du transmetteur est formée d'un mince disque de fer placé au fond d'un pavillon, et qui vibre en regard de l'armature d'un électro-aimant. Le récepteur est un électro-aimant tubulaire dont l'armature est formée d'une tige de fer doux, recouverte du solénoïde actif, et qui est en contact avec un cylindre en fer doux dépourvu de solénoïde. Sur ce cylindre s'appuie, par les bords, un mince disque de fer qui se trouve au voisinage du pôle de l'électro-aimant et vibre sous l'influence du courant ondulatoire que provoquent les mouvements de la membrane du transmetteur. Avec ce dispositif G. Bell put entendre confusément, mais sans méprise, la réponse de son aide à qui, par l'appareil, il avait posé une question : ce fut, sans doute, la première *conversation* téléphonique.

Désireux d'accroître l'intensité et la netteté de la réception, G. Bell poursuivit ses recherches de la façon la plus heureuse. Elles l'amenèrent enfin au dispositif d'une simplicité merveilleuse qu'est le *téléphone électro-magnétique*. Une membrane magnétique vibre au voisinage des pôles d'un électro-aimant polarisé. Le transmetteur et le récepteur identiques, liés par un circuit, assurent le transport de la voix *sans aucune pile*. Ce

premier *téléphone à induction* fut exposé le 12 février 1877 à l'Institut d'Essex, à Salem (Massachusetts), et y reproduisit devant un auditoire de 600 personnes un discours prononcé à Boston, à 30 kilomètres environ, dans un appareil identique.

D'innombrables variantes de cet ingénieux appareil ont été et sont encore employées. Mais la distance à laquelle ce dispositif cesse d'être pratique, à cause de l'affaiblissement même des sons dû à l'affaiblissement des courants d'induction dans une ligne de plus en plus résistante avec sa longueur, limitait singulièrement son application. Un organe nouveau d'une simplicité idéale, imaginé par Hughes, en triomphant de cette difficulté, vint donner un essor prodigieux au nouveau mode de communication.

Dès 1856, Du Moncel avait observé que la résistance électrique d'un *contact imparfait* entre deux corps conducteurs, varie avec la pression des corps qui réalisent ce contact. En 1877, Hughes constata que si l'on intercale un contact imparfait — deux crayons de charbon de cornue mis en croix l'un sur l'autre, par exemple — dans le circuit d'une pile comprenant un téléphone Bell, le contact imparfait se montre capable de transmettre au téléphone, avec une remarquable intensité, les ébranlements provoqués par le moindre frottement sur le support des crayons, le tic-tac d'une montre et les battements mêmes des ondes aériennes. Ce merveilleux transmetteur fut appelé *microphone*.

L'application du principe de Du Moncel et de l'invention de Hughes a donné naissance à d'innombrables types de microphones ; on peut les classer en deux catégories : les *microphones à crayons*, dérivant directement de l'instrument primitif, et les *microphones à grenaille ou à limaille*. Ce sont ces derniers qui, joints au téléphone à induction de Bell, permettent actuellement de communiquer à 1500 et 2000 kilomètres. Encore a-t-il fallu, pour réaliser la *téléphonie à grande distance*, introduire un perfectionnement important dans la disposition du microphone. En le plaçant, comme on le faisait au début, dans le circuit même de la ligne, en série avec la pile et le téléphone récepteur, les variations de l'intensité du courant, dues aux variations de résistance produites au contact imparfait qui constitue le microphone, sont d'autant plus faibles que la ligne est plus longue et par suite plus résistante ; en allongeant celle-ci, on arrive donc fatalement à un développement tel que les variations que subit la résistance de la ligne du jeu du microphone sont

relativement nulles, et le téléphone cesse d'être impressionné. On sait comment Edison supprima cet obstacle en appliquant à la transmission téléphonique le principe du transport de l'énergie par courants alternatifs : le recours à un transformateur. Les deux postes identiques, disposés en série dans un même circuit, comprennent une pile, un téléphone, un microphone et l'*enroulement à gros fil d'un transformateur*. Une double ligne relie les extrémités des enroulements à fil fin des deux transformateurs. Ce n'est plus le courant de la pile, rendu périodiquement variable par le jeu du microphone, que la ligne transporte, mais les courants induits provoqués dans le fil fin des transformateurs. La résistance de la ligne n'intervient donc plus pour amoindrir l'action du microphone.

Tel est, dans ses éléments essentiels, le résultat merveilleux auquel aboutirent les recherches patientes de multiples travailleurs, depuis Page et Reiss, jusqu'à Bell et Hughes. Au premier abord, l'explication de ce mécanisme paraît aussi simple que sa construction est élémentaire ; en réalité, on est loin d'en avoir complètement pénétré tous les secrets. On lira avec intérêt les expériences déconcertantes que rappelle à ce propos M. Turpain (Ch. III).

Si l'installation et l'usage d'un poste d'abonné n'ont cessé de se simplifier, celui d'un *poste central* devient, par contre-coup, de plus en plus compliqué, de plus en plus encombré de fils, de batteries, de dérivations de toutes sortes dont l'auteur expose le détail et le fonctionnement. Ici nous ne pouvons le suivre en restant dans les limites d'une analyse rapide de son exposé très clair et très précis. Nous devons nous borner à de brèves indications.

Après quelques pages consacrées aux installations volantes de la *téléphonie militaire,* M. Turpain aborde le réseau téléphonique stable et étudie le rôle du poste central : montages monocorde et dicorde ; le standard téléphonique ; le multiple téléphonique ; le multiple à batterie centrale ; le service interurbain des multiples ; l'extension des réseaux et les combinaisons de multiples ; les multiples automatiques.

Il passe ensuite aux *applications du téléphone* aux recherches physiques, à la médecine, à la transmission de l'heure, etc.

Un chapitre est consacré aux *câbles téléphoniques* et à la *téléphonie à très grande distance.*

Le livre s'achève par des données économiques intéressantes sur le *développement des réseaux téléphoniques* dans les différents pays et quelques grandes villes.

N. N.

XIV

I. — Artillerie Navale, par L. Jacob, Colonel d'Artillerie Coloniale, Directeur du Laboratoire central de la Marine. Deux vol. in-18 jésus cartonnés de 436 et 489 pages.

II. — Chaudières et condenseurs, par F. Cordier, Chef d'escadron d'Artillerie. Un vol. de 475 pages.

III. — Machines marines, par P. Drosne, Ingénieur de la marine. Un vol. de 383 pages.

(Ouvrages faisant partie de la *Bibliothèque de Mécanique appliquée et Génie* de l'*Encyclopédie scientifique*. — Paris, Doin, 1909 et 1910.)

I. — Dans l'Introduction générale qu'il a écrite pour la *Bibliothèque de Mécanique appliquée et Génie*, le Directeur de cette Bibliothèque distingue, à côté des volumes destinés à faire connaître l'application rationnelle de la théorie aux problèmes posés par la pratique, ceux dont le but est la description des divers arts techniques. « Ici, dit-il, de par la force même des choses, l'exposé des principes s'écarte davantage de la forme mathématique pour se rapprocher de celle qui est usitée dans le domaine des sciences descriptives. Cela n'empêche d'ailleurs qu'il n'y ait encore, dans la façon de classer logiquement les faits, d'en faire saillir les lignes principales, surtout d'en dégager des idées générales, possibilité d'avoir recours à une méthode vraiment scientifique. »

C'est, en particulier, ce que vient attester le nouvel ouvrage, en deux volumes, du Colonel Jacob dont la *Résistance et construction des bouches à feu* (1) tient déjà une place si honorable parmi les ouvrages de la première catégorie susdéfinie. On sait que la question de l'Artillerie navale joue un rôle important parmi les préoccupations des nations dotées de grandes flottes de guerre. Le puissant calibre des pièces dont elle fait usage, les

(1) Voir la livraison de juillet 1909, p. 274.

moyens spéciaux auxquels elle doit recourir pour la manœuvre et la protection de ces pièces donnent lieu à des problèmes compliqués de mécanique industrielle pour lesquels se sont particulièrement dépensées les ressources du génie humain. C'est dire en un mot le haut intérêt qui s'attache à un exposé comme celui du Colonel Jacob, puisé, peut-on dire, aux sources mêmes puisque le savant officier est, en France, un de ceux qui prennent la part la plus active aux progrès de cet art difficile (1).

L'ouvrage est divisé en deux volumes portant comme sous-titres respectivement : *les canons, les projectiles,* et *les affûts, les poudres, le tir.*

Pour les canons, l'auteur envisage successivement les systèmes d'obturation, les appareils de décollement et d'extraction, les dispositifs de sécurité contre le dérivage ou l'ouverture prématurée, les appareils de mise de feu et leurs sécurités, les canons à tir rapide et à tir accéléré, enfin les fermetures de culasse, dont la disposition plus ou moins heureuse confère au canon une de ses principales qualités et a fait, dans tous les pays à grand armement, l'objet d'études approfondies. Toutes les solutions dignes d'être retenues, auxquelles ont abouti les diverses nations, figurent dans ce chapitre de l'ouvrage, dont le développement exceptionnel répond bien réellement à l'importance du sujet.

En ce qui concerne les projectiles, l'auteur étudie successivement leurs conditions balistiques résultant de l'analyse de leurs mouvements, et leurs conditions de service tenant au rôle qu'on entend leur assigner (obus de rupture, de semi-rupture ; obus ordinaires ; obus torpilles).

La plus grande partie du second volume est consacrée aux affûts dont, comme on sait, l'installation et la manœuvre ont provoqué de véritables prodiges de mécanique pratique ; à ce point de vue, on peut dire que cette partie de l'ouvrage possède un intérêt intrinsèque dépassant le cercle des seuls spécialistes.

Après avoir indiqué les principes qui président à la répartition de l'Artillerie sur les principales unités des grandes marines de guerre, l'auteur décrit les divers dispositifs, tourelles et casemates, destinés à la protection de l'Artillerie, et montre la façon dont on utilise la vapeur, l'eau sous pression, l'électricité et l'air comprimé pour la manœuvre. Il aborde ensuite la description

(1) Lors de la toute récente création en France du Corps des Ingénieurs d'Artillerie navale, M. Jacob y a été versé avec le grade d'Ingénieur général.

des divers types d'affûts et de leurs accessoires : freins et récupérateurs ; appareils de pointage en hauteur et en direction ; appareils de visée. Il s'étend également sur la manœuvre des culasses, les monte-charges, refouloirs et appareils de chargement, et étudie l'organisation d'ensemble des affûts.

Cette étude si complète des affûts, où l'on peut dire qu'aucun des perfectionnements, même les plus récents, n'a été omis, se termine par deux chapitres où la formule mathématique reprend ses droits pour déterminer d'abord les réactions qui se développent dans les affûts, puis les dimensions qui en résultent pour les pièces d'affût. A propos de son précédent ouvrage sur la résistance des bouches à feu, nous avons déjà eu l'occasion de louer la maîtrise dont l'auteur fait preuve dans le traitement des équations non moins que dans les considérations purement techniques.

La partie suivante contient un exposé substantiel des principales propriétés des poudres classées en mécaniques et chimiques, de leurs qualités respectives au point de vue de la conservation, des variantes que comporte leur emploi dans les principales marines de guerre.

L'ouvrage se termine par un excellent résumé sur le tir considéré successivement au point de vue de sa rapidité et de sa précision.

II. — En rendant compte dernièrement (1) de la belle *Théorie des moteurs thermiques,* rédigée par M. Jouguet pour cette *Encyclopédie,* nous constations que la description des diverses parties de ces moteurs était réservée pour d'autres volumes de la collection. C'est, en ce qui concerne les *Chaudières et condenseurs*, l'un de ceux-ci que vient de nous donner le Commandant F. Cordier à qui un long stage dans les ateliers de construction de l'Artillerie a conféré une compétence technique spéciale et qui a, d'ailleurs, eu occasion de professer ces matières à l'École d'Application de Fontainebleau.

Bien que, pour les détails de la théorie, l'auteur renvoie à l'ouvrage cité de M. Jouguet, il a soin, conformément au plan général de l'*Encyclopédie,* de faire, en tête de son volume, un rappel des propriétés de la vapeur d'eau sur lesquelles il aura à s'appuyer par la suite, notamment à propos des essais de chaudières dont l'importance est aujourd'hui unanimement reconnue.

(1) Revue des Quest. scient., octobre 1909, p. 605.

Cet exposé est fait, au reste, en une cinquantaine de pages, avec une clarté et une précision remarquables.

La seconde partie — naturellement la plus développée, et de beaucoup — traite des chaudières. Elle débute par des généralités, où sont définies avec soin toutes les caractéristiques d'une chaudière, suivies de l'étude habilement condensée de la combustion (y compris la fumivorité des foyers), de la vaporisation et de la circulation dans les chaudières. « Mais comme, ainsi que le remarque l'auteur dans son avant-propos, les théories ne valent guère que par le parti que l'on en peut tirer dans la pratique, à côté d'un exposé, nécessairement sommaire, des idées les mieux acceptées actuellement, on a placé des descriptions de quelques-unes des applications qui en ont été faites. » Après donc avoir indiqué les bases qu'il a adoptées pour la classification des chaudières, l'auteur choisit, dans chacune des catégories ainsi distinguées, les « appareils présentant une disposition caractéristique, ou ayant un intérêt particulier au point de vue de l'application des principes ». La simple nomenclature des types qu'il a ainsi retenus nous entraînerait beaucoup trop loin. Disons simplement qu'il n'en est pas, parmi ceux qu'a sanctionnés la pratique industrielle, même la plus moderne, qu'il laisse de côté. Notons même, à titre de particularité, qu'il y a très heureusement rattaché les accumulateurs régénérateurs de M. Rateau, destinés à l'alimentation des turbines et qui, de fait, constituent de véritables chaudières à très basse pression.

L'auteur a d'ailleurs eu soin de compléter l'étude des chaudières proprement dites par celle des surchauffeurs, des économiseurs et des réchauffeurs, dont la connaissance est aujourd'hui indispensable, en l'accompagnant de quelques exemples d'installation. L'épuration des eaux d'alimentation et la description des principaux épurateurs, l'alimentation des chaudières et l'étude des appareils alimentaires (injecteurs et petits chevaux), font l'objet de chapitres spéciaux donnant un exposé très suffisamment développé de ces divers sujets, avec la description des principaux appareils employés.

Mais il est un autre côté de la question qui a, de nos jours, pris une importance capitale, c'est celui qui concerne les essais. Ainsi que le constate très judicieusement l'auteur, « on peut attribuer aussi un grand nombre de perfectionnements apportés aux chaudières à l'habitude qui s'est introduite dans la pratique industrielle de demander à des essais méthodiques la vérification des éléments caractéristiques tels que la puissance de vapo-

risation, l'activité de la combustion, etc. Ces essais exigent des mesures, et celles-ci, en donnant une connaissance plus exacte et plus complète des phénomènes, contribuent à établir les théories et, par suite, à engendrer de nouveaux progrès. » Aussi l'auteur traite-t-il avec un soin particulier, en un chapitre spécial, non seulement de l'essai de vaporisation, mais encore des méthodes de détermination de l'eau entraînée et, afin de servir de guide, le cas échéant, pour l'exécution d'essais de cette espèce, il donne tout au long le procès-verbal de ces essais pour une chaudière Belleville munie d'un économiseur.

Il décrit enfin les divers appareils de contrôle et de sécurité en usage pour les chaudières et fournit des indications pratiques pour l'organisation et le calcul des conduites de vapeur.

Dans la troisième partie, consacrée aux condenseurs, l'auteur étudie successivement les condenseurs à mélange, les condenseurs à surface, les condenseurs vaporisateurs, les éjecto-condenseurs, les condenseurs centraux indépendants, les condenseurs spéciaux pour turbines et leurs pompes, y compris la pompe à air Leblanc tout récemment introduite dans la pratique. Cette troisième partie se termine par des considérations générales sur les réfrigérants.

En raison des nombreux renvois qu'il a été amené à y faire dans le cours de l'ouvrage, l'auteur reproduit enfin, en annexe, les textes officiels fixant la réglementation française des appareils à vapeur installés à terre.

III. — Parmi les machines à vapeur, celles qui servent à la propulsion des navires, en raison des sujétions très spéciales auxquelles elles sont soumises, méritent d'être étudiées à part ; aussi deux volumes leur sont-ils consacrés dans l'*Encyclopédie scientifique :* l'un relatif aux machines proprement dites — c'est celui qui vient de paraître — l'autre aux chaudières marines, qui ne tardera pas à suivre ; l'un et l'autre ont été confiés à M. P. Drosne, ingénieur de la Marine, attaché aux établissements d'Indret, le grand centre de construction des machines de la marine de guerre française.

Le volume qui vient de paraître s'ouvre par un premier chapitre, destiné à faire connaître les caractéristiques générales des machines marines, dont l'intérêt est des plus vifs, même pour les non spécialistes qui, dans un exposé d'une quarantaine de pages, d'une lecture facile, puiseront tous les éléments principaux de la question et se rendront compte des raisons qui ont

amené, par une meilleure utilisation thermique générale, la simplification des dispositions mécaniques poussée au point que tous les types sont arrivés à se fondre à peu près en un seul : la machine verticale à pilon, à tiroirs commandés par un système desmodromique (coulisse de Stephenson ou barre de Marshall).

A la suite de cet exposé d'ensemble, l'auteur entre dans le détail en étudiant successivement le fonctionnement thermique et le fonctionnement mécanique des machines marines. La première de ces études, application directe des principes de la thermodynamique, est fondée sur l'emploi systématique du diagramme totalisé de Watt et du diagramme entropique, ce dernier permettant de mettre en évidence les échanges thermiques dans chaque phase de l'évolution et de les différencier nettement. La seconde, qui fait appel à d'élégantes considérations de cinématique graphique, contient une analyse très complète des efforts développés par le jeu de la machine et des effets qui en résultent tels que les oscillations de torsion des lignes d'arbres et les vibrations des coques métalliques ; elle se termine par la détermination du calage des manivelles en vue d'équilibrer le mieux possible l'effort tranchant d'inertie vertical et le couple de tangage, tout en réalisant un couple moteur suffisamment régulier. Cette étude, qui suppose une parfaite entente des principes de la mécanique rationnelle, est de celles qui impriment à l'ouvrage un cachet particulièrement scientifique.

Ayant déterminé les résistances passives qui se développent dans une machine, l'auteur indique la façon de procéder au calcul et à la construction des surfaces frottantes, ainsi qu'à l'adduction du lubrifiant et, le cas échéant, à l'installation du graissage forcé, d'un emploi courant aujourd'hui à bord des torpilleurs et destroyers, et qui donne lieu à un notable accroissement de vitesse.

Examinant les questions soulevées par la facilité de manœuvre et la tranquillité de marche, il approfondit particulièrement celle des chocs. Il décrit avec soin les divers dispositifs que comporte la distribution de la vapeur ainsi que les appareils de condensation. Il traite enfin, dans un dernier chapitre, de la construction des machines, en se plaçant très exactement au point de vue qui convient dans une telle encyclopédie et que définit fort bien le passage suivant : « Il suffira au lecteur de connaître le but assigné à chaque pièce, et les méthodes géné-

rales usitées pour en déterminer les proportions, pour que, à l'inspection d'une machine ou des plans qui ont servi à sa construction, il lui soit facile d'en deviner le fonctionnement et même d'apprécier ses qualités d'adaptation au rôle qui lui est assigné. »

Le volume sur les machines marines de M. Drosne constitue, au sein de l'*Encyclopédie scientifique*, un excellent pendant à celui qui a précédemment été consacré par M. Nadal aux locomotives à vapeur (1).

PH. DU P.

XV

INSTRUCTION GÉNÉRALE DU 30 JUILLET 1909 SUR LA GUERRE DE SIÈGE, publiée par le MINISTÈRE FRANÇAIS DE LA GUERRE. Un volume in-8° étroit de 100 pages. — Paris, R. Chapelot, 1909.

Analyser un règlement militaire ! voilà de quoi faire hausser les épaules à ceux qui jugent « les règlements faits pour les imbéciles » ! Encore pourrait-on dire de ce petit opuscule et pour ceux auxquels il s'adresse, ce que nous lisions un jour en sous-titre d'un manuel du savoir-vivre : « Utile à tout le monde, et indispensable à ceux qui croient ne pas en avoir besoin ».

L'instruction française du 30 juillet 1909 est un merveilleux résumé de ce que les auteurs d'ouvrages relatifs à la poliorcétique nous offrent en de gros volumes, coûtant généralement fort cher. Elle se rapproche autant que possible de l'édition de février 1899 ; mais elle présente un intérêt tout particulier : c'est le premier document officiel de langue française, dans lequel on ait recueilli des fruits de l'étude du siège de Port-Arthur.

Du rapprochement des textes, résulte ce fait, très honorable pour les officiers français qui collaborèrent à la première des deux éditions, que l'expérience d'Extrême-Orient a, en grande partie, confirmé les prévisions que ces militaires avaient déduites de l'étude des sièges antérieurs, en tenant compte des progrès réalisés dans l'armement et la construction des fortifications modernes.

(1) Voir la livraison de la REVUE, 20 janvier 1909, p. 286.

L'ouvrage comporte, tout naturellement, deux parties : la première, relative à l'attaque, la seconde, à la défense des places fortes.

Dans la première partie, nous trouvons d'abord des principes généraux relatifs aux diverses opérations qu'il est possible de tenter contre les forteresses, les caractéristiques et les conditions de réussite de chacune d'elles. Un autre chapitre détermine la composition de l'armée de siège, l'organisation du commandement et des services généraux. Enfin le troisième chapitre détaille les opérations du siège régulier d'une place à grand développement.

Cette première partie n'est pas sans intérêt pour nous, Belges, qui ne ferons cependant jamais de guerre de conquête. Elle nous permet de prévoir, dans une certaine mesure, ce que feraient nos voisins du sud, s'ils venaient un jour assiéger l'une de nos places fortes. Les mesures défensives, à prendre dès le temps de paix, ont ainsi une base de réelle valeur et les incertitudes des prévisions sont considérablement réduites.

La seconde partie de l'instruction française se subdivise en quatre chapitres. Trois d'entre eux correspondent à ceux de la première partie, mais on s'y place au point de vue de l'assiégé. Le quatrième chapitre étudie l'organisation de la défense. Nous y trouvons la notion nouvelle des *centres de résistance de la ligne des forts*. Ces groupements comprennent, en général, un fort avec ses organes de flanquement et de défense propre ; des batteries pour canons de gros calibre, cuirassées ou non ; des observatoires, des postes de projecteurs ; des localités ; des ouvrages d'infanterie. Dans chaque centre, l'ensemble est enveloppé d'une enceinte de sûreté composée d'un réseau d'obstacles en partie passifs.

Les Allemands désignent ces centres de résistance de la ligne des forts sous le nom de *Festen*. Le colonel du génie P. de Mondésir en parle dans la Revue de Paris du 15 novembre 1907, et le capitaine breveté d'artillerie Culmann prétend, dans son ouvrage *Choses d'Allemagne*, que des *Festen* sont établis sur la nouvelle ligne de défense créée de 3 à 6 kilomètres de l'ancienne ligne principale de Metz.

Les *Festen* ne peuvent être créés que si le terrain s'y prête ; dans ce cas, on leur connaît les avantages suivants : augmentation de la capacité défensive par le fusil, et, surtout, meilleur emploi des troupes mobiles de la garnison des secteurs. Celle-ci acquiert plus d'indépendance et une plus grande liberté de

manœuvre. La puissance offensive du défenseur s'en accroît. La place forte devient une sorte de réduction de région fortifiée.

Pour nous, Belges, qui n'avons d'autre doctrine militaire, au point de vue de l'attaque et de la défense des forteresses, que les idées sans cesse différentes des gouverneurs successifs de nos places d'Anvers, Liége et Namur, la seconde partie de l'instruction française est très utile à méditer.

L'édition de cet opuscule que nous présentons au lecteur, se distingue de la précédente par l'emploi méticuleux d'une terminologie correcte et imagée.

J.

XVI

Les Tremblements de Terre, par l'abbé Moreux, Directeur de l'Observatoire de Bourges. Un vol. in-12 de VII-378 pages. — Paris, Henri Jouve, 1909.

Les dix-huit chapitres qui composent ce volume peuvent se répartir en divers groupes. C'est d'abord la description des deux terribles catastrophes sismiques qui, le 28 décembre 1908 et jours suivants à Messine et à Reggio, puis le 11 juin 1909 dans presque toute la Provence avec répercussion dans tout le midi et jusque dans l'ouest de la France, ont apporté la ruine, la désolation et la mort dans une foule de familles. Cette partie du livre, qui comprend les cinq premiers chapitres, est naturellement la plus émouvante : on croit assister à la chute des édifices, à la terreur des populations surprises dans leur sommeil et voyant, en quelques secondes, leurs demeures renversées sur elles au sein d'une obscurité profonde. On croit entendre les gémissements des blessés, les râles des mourants, et voir la terreur de ceux qui, indemnes comme par miracle, sont impuissants à secourir les victimes. Ces poignants tableaux n'excluent pas la précision des détails, et bon nombre de pages sont de véritables procès-verbaux de constat, principalement en ce qui concerne les localités les plus éprouvées de la Provence.

Après la description des phénomènes, la recherche de leurs causes, telle est la marche normale de toute œuvre scientifique.

Pour procéder à cette recherche, l'auteur, s'adressant surtout au grand public, commence par tracer une description rapide

de l'histoire géogénique de la Terre et de sa constitution actuelle tant intérieure (noyau) que superficielle (écorce). Mais la Terre n'est pas rigoureusement sphéroïdale : elle tend à la forme tétraédrique. On sait que cette conception, ou plutôt cette constatation, a été reconnue par Lowthian Green, par Albert de Lapparent *(Traité de géologie,* dès la 1re édition, 1883 ; Comptes rendus, séance 5 mars 1900), par M. Puiseux *(La Terre et la Lune,* 1908), par M. Ch. Lallemand (Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1909, notice B). M. Moreux en résume l'exposé d'une manière péremptoire, avec figures à l'appui ; il en déduit le tracé des « grandes lignes de fracture du globe » avec indication des régions *volcaniques* réparties autour de ces grandes lignes, et des régions sismiques distribuées de même mais sur une aire incomparablement plus large.

On ne saurait d'ailleurs assigner la même origine à toutes les secousses ressenties sur tel ou tel point du globe. Il en est dont le foyer est seulement dans les limites de l'écorce terrestre et tenant généralement à des causes toutes locales, purement accidentelles souvent. Ce ne sont pas là de véritables séismes, comparables à ceux du 28 décembre 1908 et du 11 juin 1909. La cause de ceux-ci est plus générale et plus profonde.

Longtemps fut admise la théorie d'Alexandre de Humboldt, pour qui les séismes, ayant leur cause dans le noyau même de la planète, provenaient d'éruptions volcaniques avortées, les matières éruptives n'ayant pas trouvé d'issue. Mais alors pourquoi ne se forme-t-il jamais de volcans dans des régions à fréquents séismes ? Et pourquoi ceux-ci se manifestent-ils d'autres fois, comme en Sicile et en Calabre, au voisinage de volcans donnant toute issue aux matières éruptives ?

On a ensuite émis l'hypothèse *marine :* les infiltrations d'eau, pénétrant jusqu'au noyau igné et s'y vaporisant, produiraient les éruptions volcaniques et les tremblements de terre. Hypothèse qui n'a pas résisté aux objections de fait qui lui ont été opposées.

La théorie *tectonique* est beaucoup plus admissible. Elle repose sur le travail même de la *vie* (si l'on peut s'exprimer ainsi) de notre planète qui, depuis son refroidissement et la formation de son écorce, ne cesse de voir celle-ci se contracter par suite de la contraction même du noyau igné qui la supporte. A la lumière de cette théorie, M. Moreux trace l'histoire géologique de la Provence et des contrées voisines, histoire qui implique la géologie d'une partie de l'Europe. Mais d'aucuns, et non des moindres parmi les sismologues, sans contredire à cette théorie,

la trouvent insuffisante à expliquer certains tremblements de Terre ; aux séismes purement tectoniques, ils ajoutent les séismes *cryptovolcaniques* provenant de phénomènes de cristallisation brusque dans la région mitoyenne du noyau et de l'écorce...

Quoi qu'il en soit, la sismologie est entrée aujourd'hui dans une phase certaine de progrès. Puissent ces progrès faciliter la connaissance des moyens de s'en préserver, au moins dans une certaine mesure ! C'est ce à quoi M. Moreux s'emploie dans un important chapitre. Passant en revue tous les séismes qui se sont fait sentir depuis deux siècles dans le monde entier, il en tire ces conclusions : que les constructions bâties sur des sols bas et marécageux ou sur terrains d'alluvions et roches friables de *peu d'épaisseur* sont toujours plus éprouvées par les tremblements de terre que celles bâties sur des roches dures ou sur alluvions et éboulis *formant une couche très épaisse* et par suite se prêtant mal à la transmission des ondes sismiques. Des fondations profondes sont une garantie sérieuse, les vibrations du sol étant doubles à la surface de ce qu'elles sont à quelques mètres de profondeur. D'autres considérations d'ordre architectural, comme disposition des murailles, des ouvertures, des cheminées, nature et mode d'emploi des matériaux, épaisseur des murs, hauteur des étages, sont également exposées par notre auteur avec une compétence universelle qu'on ne saurait trop apprécier.

Bien qu'il ne soit jamais possible de pronostiquer d'une manière absolue que telle ou telle région est et sera à jamais préservée du fléau séismique, cependant il y a des régions spécialement prédestinées à en être atteintes. Après l'indication des moyens de conjurer les effets destructeurs de ces catastrophes, M. Moreux trace, pour la France, le tableau des régions plus ou moins menacées, en commençant par le bassin franco-belge et la Flandre française, continuant par le littoral normand, la péninsule armoricaine, la Vendée, le Poitou, le Berry, le Nivernais, un groupe assis autour du partage des eaux de la Seine et de la Saône, et enfin les trois régions du Plateau central, du bassin de la Garonne appuyée sur le massif pyrénéen et de la vallée du Rhône comprenant Provence, Dauphiné, Savoie et Jura. Ce tableau n'a rien d'arbitraire, chaque détail en étant justifié par les conditions géogéniques de chaque région. Une carte, où la séismicité est figurée par des pointillés dont l'intensité est proportionnelle à l'intensité de celle-ci, présente aux yeux un résumé de ce que le texte a proposé à l'esprit.

Dans un chapitre précédent, où l'auteur, à l'aide de statistiques

des tremblements de terre groupés de différentes manières, recherchait les moyens de prévoir l'avènement de ces phénomènes, il avait été amené à se demander « si le Soleil n'aurait pas une action effective sur la météorologie intérieure de la Terre ». Aussi, après avoir indiqué les moyens préservatifs et avoir tracé le tableau que nous venons de signaler, consacre-t-il un dernier chapitre, et non des moins captivants, à établir un parallèle entre les crises du Soleil et la météorologie « endogène », autrement dit, du noyau igné de notre planète, établissant une relation de causes à effets entre celles-là et celles-ci. Je crois me rappeler que notre très regretté collaborateur A. de Lapparent paraissait un peu réfractaire à cette théorie. Il ne m'appartient pas de prendre position entre savants d'une telle envergure ; mais ce que l'on peut dire, c'est que les arguments de M. Moreux sont de la plus vigoureuse logique, ses rapprochements saisissants, et que l'étude approfondie, fondée sur des observations incessantes qu'il a faites du Soleil, donne le plus grand poids aux prémisses sur lesquelles il appuie ses conclusions.

C. de Kirwan.

XVII

Mythen und Erzählungen der Küstenbewohner der Gazelle-Halbinsel (Neu-Pommern) im Urtext aufgezeichnet und ins deutsche übertragen, von P. Jos. Meier, M. S. C. — Un vol. in-8° de xii-291 pages. Münster, 1909.

Ce volume est le premier d'une collection internationale de monographies ethnologiques qu'entreprend la Revue Anthropos. Aussi se présente-t-il sous les auspices du R. P. W. Schmidt, le distingué directeur de ce périodique, qui, en une substantielle préface, souligne la portée de l'œuvre du R. P. Meier.

Les recherches de l'auteur établissent nettement le caractère de mythologie lunaire des peuples austronésiens, et l'on peut constater que ce caractère constitue le résidu des plus anciennes croyances. Non seulement l'Être suprême revêt cette virtualité, mais le premier homme est mis en rapport avec cette conception. A remarquer les mythes de la lune claire et de cet astre obscur, et cette dualité fonde toute l'organisation sociologique de ces peuplades. Le R. P. Schmidt, après ce court aperçu sur

les mythes religieux de la presqu'île des Gazelles, signale la division en contes historiques et en contes moraux, et, ce qui est important, l'absence de totémisme.

Dans l'introduction qui précède la publication des légendes, le P. Meier donne d'abord tous les détails ethnographiques propres à illustrer son étude. Il rend ensuite compte de ses sources personnelles, car il déclare n'avoir eu aucune confiance dans des travaux antérieurs. Ce ne fut pas une mince tâche que de rechercher de bons conteurs et de les amener à faire leurs récits. Quoi qu'il en soit, les narrateurs et la localité d'où ils sont originaires, ont été soigneusement indiqués.

Ces contes ne semblent pas avoir été fort répandus, et on ne les retrouve guère en dehors de la Nouvelle-Poméranie.

Peut-on classifier ces légendes ? Le P. Meier a essayé de le faire et son recueil se divise en cinq parties : 1° Légendes relatives à To Kabiniana et To Karvuvu, les ancêtres de la race. 2° Légendes historiques. 3° Contes moraux. 4° Légendes des esprits et 5° des animaux. Les esprits sont ceux de la nature et des revenants ; les animaux sont des oiseaux et des quadrupèdes, le kanguroo et le chien.

Ces légendes ne sont ni sans intérêt, ni sans portée ethnographique. Elles révèlent chez les indigènes, un stade intellectuel moins bas qu'on ne pourrait le croire à première vue. Ces contes nous montrent les Canaques philosophant sur bien des choses. On y relève aussi de nombreux détails sur leurs mœurs et de curieux traits de leur caractère.

Le P. Meier a constaté de nombreuses ressemblances avec les légendes des insulaires de l'Amirauté, qu'il a précédemment étudiés. Ces rapports se constatent surtout dans les contes des esprits et dans ceux des animaux. De part et d'autre se raconte l'histoire de la danse des oiseaux.

Il est curieux de relever les dispositions d'esprit des indigènes relativement aux légendes qu'ils racontent. S'ils croient fermement à leurs mythes religieux, ils en distinguent nettement les fables. Cependant quelques esprits forts révoquent en doute les prodiges et les tours de leurs sorciers.

Le P. Meier termine par quelques remarques sur les principes qui ont présidé à son édition. Le texte est, quand il le faut, accompagné de notes explicatives. Pour fixer la teneur des contes, il n'a eu égard qu'aux deux dialectes principaux de la branche orientale des tribus de la Nouvelle-Poméranie.

Une dernière question se pose, quand on a parcouru ces

légendes. Quelle est leur place dans la mythologie générale ou leur importance pour le folk-lore ? Y trouve-t-on des débris, des déformations de récits transmis d'ailleurs et qu'on pourrait considérer comme le patrimoine commun de l'humanité ?

Il faut répondre négativement, et dans ces mythes exclusivement locaux, il n'y a rien ou presque rien à glaner pour des travaux d'un intérêt plus universel. Il n'en faut que louer davantage le zèle et le désintéressement scientifique de ces missionnaires, qui travaillent à nous mieux faire connaître les peuplades qu'ils évangélisent.

J. G.

XVIII

Notes sur la médecine et la botanique des anciens Mexicains, par A. Gerste, S. J. Un vol. in-8° de 161 pages. — Rome, Imprimerie polyglotte vaticane, 1909.

En 1887-1888, le R. P. Gerste a publié dans cette Revue des articles fort remarqués sur la médecine et la botanique des anciens Mexicains. Un long séjour au Mexique, une connaissance très étendue de la littérature de ce pays, son rare esprit critique lui avaient permis de s'appliquer avec succès aux études d'archéologie mexicaine.

Aussi, après vingt ans, ce travail attira-t-il l'attention de M. le duc de Loubat, le Mécène attitré de tout ce qui touche au Nouveau-Monde, et l'auteur fut sollicité de le réimprimer aux frais du duc. Le R. P. Gerste nous déclare, dans sa préface, qu'il eût voulu présenter ces pages refondues et largement complétées, mais que pareil travail ne lui a pas été loisible. Néanmoins, cédant aux instances qui lui ont été faites, il réimprime son étude, vaille que vaille.

Tout le monde protestera contre cet excès de modestie, car ces *Notes* ont gardé toute leur valeur et tout leur intérêt. Et puis, en relisant ces articles, on se convaincra par plus de cinquante citations, que si les premiers articles n'ont pas été refondus, ils ont été soigneusement tenus à jour. Du reste, un *Appendice* entièrement nouveau relatif à *quelques travaux récents sur la botanique et la médecine des anciens Mexicains* donne à l'œuvre un regain d'actualité.

En ces dix dernières années, M. le duc de Loubat a aussi fait reproduire huit pictographies conservées en diverses bibliothèques. Le R. P. Gerste les a eues toutes sous les yeux et a tiré des commentaires que d'éminents savants leur ont donnés, tous les renseignements utiles pour son travail.

C'est donc une œuvre presque nouvelle que nous signalons ici et il faut savoir gré au R. P. Gerste d'avoir déféré aux aimables sollicitations de M. le duc de Loubat, le généreux Mécène qui s'offrait, à si bon escient, à faire réimprimer l'ouvrage à ses frais.

J. Van den Gheyn, S. J.

XIX

Phonétique et Morphologie de l'Ouest-Wallon, accompagnées de douze cartes, par Adelin Grignard, S. J., éditées par Jules Feller. Un vol. de 146 pages. — Liége, H. Vaillant-Carmanne, 1908.

La Société Liégeoise de Littérature Wallonne a décerné la médaille d'or — sa récompense la plus haute et dont elle n'est pas prodigue — à l'auteur de ce mémoire. C'est justice. Si, pour chaque région de la Wallonie, un travailleur intelligent et consciencieux faisait une monographie de la valeur de celle-ci, la docte Société serait singulièrement aidée dans l'élaboration de son monumental dictionnaire.

Le territoire linguistique étudié par le P. Grignard s'étend de Waterloo à Chimay et de Walcourt à Binche ; c'est la zone où se heurtent et se mêlent les derniers remous du namurois, dialecte wallon, aux derniers remous du rouchi, dialecte picard.

Quand notre auteur a commencé son travail, il n'était pas un étudiant qui, tout heureux d'avoir enfin rencontré un sujet neuf de dissertation, se met péniblement à l'étude, bien nouvelle pour lui, du rouchi et du namurois. Le P. Grignard est un pur Wallon de Wallonie. Ayant, dès son jeune âge, fait ses délices du parler savoureux de ses ancêtres, il n'a pas cessé d'étendre et de perfectionner ses connaissances dialectologiques. Questionneur inlassable, l'oreille aux aguets et le crayon à la main, il a parcouru notre domaine roman tout entier ; et, surtout, il a exploré, commune par commune, la zone rouchi-namuroise. Dans ces parages, que de curés et d'instituteurs ont dû répondre et de

vive voix et par écrit à l'interrogatoire tout bienveillant et scientifique, mais très serré et très complet, auquel le P. Grignard les a soumis sur le langage de leurs administrés ! Et, parmi les administrés eux-mêmes, combien n'en a-t-il pas interpellés familièrement pour surprendre sur leurs lèvres, en pleine spontanéité les caractéristiques de leur patois ?

Menée avec une inlassable patience et un scrupuleux amour de l'exactitude, par un Wallon de race, dont l'oreille et la langue étaient d'ores et déjà familiarisées avec toutes les finesses de nos dialectes, cette longue enquête nous a donné une œuvre qui ne relève en rien de la linguistique de fantaisie. La *Phonétique et Morphologie de l'Ouest-Wallon* s'appuie sur une documentation d'une authenticité inattaquable et d'une richesse surabondante. C'est là son principal mérite, celui, d'ailleurs, qu'il faut chercher avant tous les autres dans un travail de ce genre.

Le jury de la Société liégeoise, composé de trois spécialistes depuis longtemps rompus à toutes les habiletés du métier, a facilement discerné dans la mise en œuvre des précieux matériaux, quelques maladresses qui décèlent l'autodidacte et, aussi, l'homme pressé — le professeur et le surveillant — souvent interrompu dans ses délicates pesées de syllabes romanes. Le P. Grignard avait à peine ébauché le travail de refonte, désiré par ses juges, qu'il partait aux Indes, évangéliser le Bengale.

M. Feller, un des membres du jury, se chargea de l'office pénible de remanier l'œuvre d'autrui. Il corrigea quelques erreurs ; il éloigna le superflu ; soulignant partout, avec vigueur, le principal, il le dégagea de l'accessoire ; sur 12 cartes bien nettes il transposa les énumérations obscures à force d'être longues ; et par un excellent glossaire il réjouit les lecteurs pratiques et pressés.

Bientôt, sans doute, paraîtra la *Phonétique et Morphologie des dialectes de la Haine* commencée par le P. Grignard et que M. Feller a le dessein de compléter et de publier.

Espérons aussi que le P. Grignard, tout en christianisant les Kôles ou les Ouraons, appliquera ses précieuses aptitudes linguistiques aux dialectes du Bengale. Il rendra grand service, non seulement à la science, mais aussi à l'apostolat. Celui-ci, surtout aux Indes, ne peut que gagner à savoir tous les secrets des « parlers » de ceux qu'il veut conduire à la Lumière.

A. Mativa, S. J.

XX

Les compteurs électriques a courants continus et a courants alternatifs, par L. Barbillon. Un vol. in-12 de VII + 226 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1910.

On trouvera, méthodiquement classés et étudiés dans ce petit volume de la collection des *Actualités scientifiques,* les innombrables types de compteurs employés pour la mesure de l'énergie électrique. Quelques notions mathématiques théoriques, à la portée de tout ingénieur, introduisent chaque genre de compteurs. Suit une étude pratique : démarrage, influence de la température, réglage, etc. Enfin les différents sous-types sont brièvement décrits. Cette monographie pourra rendre de sérieux services aux nombreux ingénieurs et industriels qui ont à placer ou à surveiller les compteurs électriques.

Voici un aperçu de la table des matières :

I. *Compteurs à courants continus.*
Compteurs électrochimiques. Compteurs-moteurs. Compteurs pendulaires.
II. *Compteurs à courants alternatifs.*
Compteurs à courants monophasés. Compteurs à champs tournants. Étude des principaux types. Compteurs triphasés à champs tournants. Étude des principaux types. Transformateurs pour compteurs.
III. *Compteurs spéciaux.*
Compteurs à dépassement. Compteurs divers.
Appendices.

F. W.

REVUE
DES RECUEILS PÉRIODIQUES

CHIMIE

La transmutation des éléments. — Le problème de la transmutation des éléments chimiques absorba pendant de longs siècles le travail des alchimistes, dont le but principal était la transformation des métaux usuels en or et en argent. Ils comptaient dans leurs rangs des charlatans et des aventuriers, mais on y vit briller aussi des philosophes de valeur et des savants illustres. Le fruit de leurs recherches opiniâtres et prolongées ne fut pas celui qu'ils en attendaient : ils ont enrichi le savoir humain de connaissances multiples et utiles, mais les substances viles ne se sont point changées, dans leurs creusets, en métaux précieux. L'insuccès, après tant d'efforts, n'était-il pas la preuve qu'on perdait son temps et ses peines à la poursuite d'une chimère ? — On le crut ; et c'est pour cela, sans doute, que, parmi les chimistes modernes, les uns ont admis implicitement, les autres affirmé explicitement l'impossibilité absolue de transformer les éléments chimiques les uns dans les autres.

Mais voici que la découverte et l'étude des substances radioactives, qui ont, en ces dernières années, ébranlé la chimie jusqu'en ses fondements, ont ramené l'attention sur le problème de la transmutation, posé en des termes et sous un aspect tout différents.

Dans l'exposé de nos connaissances actuelles en cette matière, il convient de distinguer deux genres de transmutations élémentaires : les unes concernent les *substances radioactives* elles-mêmes, les autres atteignent les *éléments chimiques ordinaires*, regardés jusqu'ici comme absolument immuables.

En 1905, le R. P. Schaffers a exposé aux lecteurs de cette revue (1) ce que l'on savait alors des matières radioactives. Nous renvoyons le lecteur à cet intéressant article, dont nous nous bornerons à rappeler brièvement les données essentielles. Notre but est de le compléter par un rapide aperçu des résultats obtenus depuis sa publication, sans nous arrêter aux détails des travaux scientifiques qui nous ont valu ces nouvelles conquêtes. M. A. Debierne, à la Société chimique de Paris (2), et M. O. Hahn de Berlin, à la Société chimique de Breslau (3), ont fort bien exposé l'état actuel de nos connaissances sur la désagrégation et les transformations des substances radioactives. Nous nous appuyerons surtout sur ces deux conférences dans la partie correspondante de notre exposé.

C'est en 1896 que H. Becquerel annonça la découverte sensationnelle des matières radioactives. Immédiatement, plusieurs savants, parmi lesquels P. Curie et Mme Curie se sont distingués, entreprirent des recherches suivies sur ces substances. Ils en découvrirent et en isolèrent plusieurs, entre autres la plus importante de toutes, le radium, dont ils firent connaître les merveilleuses propriétés. Dès lors, et pendant plus de six années, les découvertes se multiplièrent, inattendues et déconcertantes, car à mesure que les données expérimentales s'accumulaient, des problèmes surgissaient en foule, dont la solution semblait défier les principes de la physique et de la chimie modernes, voire même les contredire.

Le chaos n'avait pas cessé de s'augmenter, lorsqu'au début de 1903 MM. Rutherford et Soddy émirent l'hypothèse de la *désagrégation des matières radioactives :* Les atomes des substances radioactives ne jouiraient pas d'une stabilité illimitée : tout en émettant des radiations spéciales, ces atomes se décomposeraient partiellement en d'autres atomes, doués de propriétés physiques et chimiques nouvelles. La nouvelle substance ainsi formée pourrait être, elle aussi, radioactive ; elle se décomposerait dès lors, donnant naissance, à son tour, à une nouvelle substance, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on arrive enfin à un *élément chimique* dépourvu de toute radioactivité et, par conséquent, stable. La fraction d'une matière radioactive qui, dans l'unité de temps, se

(1) Revue des Questions scientifiques, juillet 1905, pp. 5 et suiv.
(2) Bulletin de la Société chimique de France, 4me série, t. III.
(3) Chemiker-Zeitung de Coethen, t. XXXIII, pp. 373, 386, 397.

décompose ainsi, fournit une mesure et de la *stabilité*, ou de la durée de la substance elle-même, et de l'intensité de sa *radioactivité*. L'hypothèse fut adoptée et mise en œuvre. On constata que la décomposition des éléments radioactifs se fait d'après les lois qui régissent les réactions chimiques monomoléculaires. On sait que la *vitesse de ces réactions* a pour expression

$$V = \frac{dC}{dt} = K.C,$$

où C représente la *concentration de la substance* et K un paramètre. Cette équation devient applicable à la *vitesse de désagrégation* des matières radioactives, si, par C, on désigne l'*intensité du rayonnement*, qui peut être mesurée. Quant au paramètre K, qui, dans les *réactions chimiques ordinaires*, est une fonction de la température et de la pression, il est, dans les transformations des substances radioactives, presqu'indépendant de ces deux facteurs et caractérise, dès lors, plus nettement la substance elle-même sur laquelle on opère ; de là, dans ces transformations, sa très grande importance ; de là aussi l'usage de la remplacer par un autre qui en dépend et indique le temps τ nécessaire pour que l'activité d'une substance radioactive ait diminué de moitié, ou, en d'autres termes, pour que la moitié de la substance soit transformée.

L'hypothèse de Rutherford a rendu d'excellents services dans l'étude des substances radioactives : elle a tracé la voie à suivre dans ces recherches ; elle a permis de prévoir un certain nombre de faits que l'expérience a confirmés ; enfin, elle a provoqué le contrôle de certaines expériences antérieures et permis d'en préciser les résultats. Actuellement nos connaissances relatives à la désagrégation des matières radioactives s'appuient sur des expériences nombreuses, auxquelles président des méthodes d'observation sûres et précises. Sans doute ces connaissances présentent encore de nombreuses lacunes, mais les progrès réalisés sont considérables et s'affirment chaque jour davantage.

Disons un mot d'abord des radiations mêmes. On y distingue trois espèces de rayons appelées α, β et γ.

Les rayons α, les plus importants des trois, ne possèdent qu'un pouvoir pénétrant très limité, et ils sont déviés de leur direction par un champ magnétique. Ils sont formés de particules matérielles qui abandonnent les atomes, animés d'une très grande

vitesse, et qui provoquent une forte ionisation de l'air qu'ils traversent. Des recherches récentes (1) ont confirmé l'opinion de Rutherford qui voit, dans les rayons α, des atomes d'*hélium*. La production d'hélium, lors de la désagrégation du radium, avait été reconnue depuis longtemps. MM. Ramsay et Cameron, il est vrai, avaient cru constater que, dans certaines conditions, l'hélium ne se produisait pas, et que l'on trouvait, à sa place, les éléments *Néon* et *Argon ;* mais cette difficulté n'existe plus : ces savants eux-mêmes se sont chargés de rectifier leurs observations. Des recherches très délicates faites par M. Regener, et d'autres non moins intéressantes, réalisées par MM. Rutherford et Geiger, ont définitivement prouvé que les rayons α sont des atomes d'hélium ayant perdu deux *électrons* et qui sont, dès lors, chargés d'électricité positive (2).

Les rayons β possèdent un pouvoir pénétrant plus grand que les rayons α. Dans un champ magnétique, ils sont aussi déviés de leur direction primitive, mais en sens opposé à celui des rayons α et beaucoup plus fortement que ceux-ci. Ils sont identiques aux *rayons cathodiques* des tubes de Crookes, et on a reconnu en eux les *électrons*.

Les rayons γ ne subissent aucune déviation dans le champ magnétique. Ils possèdent un pouvoir pénétrant beaucoup plus fort que les autres rayons, et on les a identifiés avec les rayons Rœntgen.

Un examen minutieux des substances radioactives a montré que certaines d'entre elles émettent à la fois les trois sortes de radiations ; d'autres au contraire donnent seulement soit des rayons α, soit des rayons β, d'autres enfin des rayons β et γ. Jusqu'ici on n'a rencontré aucune substance émettant uniquement des rayons γ.

Nous pouvons maintenant aborder les transformations mêmes que subissent les substances radioactives.

Dans l'article que nous avons rappelé plus haut, le P. Schaffers a donné un tableau indiquant les transmutations que subissent l'uranium, le thorium et le radium.

(1) Voir l'article de Rutherford et Royds dans le PHILOSOPHICAL MAGAZINE de Londres 1909, 6me série, t. 17, p. 281.

(2) On donne le nom d'*électrons*, en général, aux quantités élémentaires d'électricité. Mais les seules quantités élémentaires d'électricité qu'on ait pu envisager isolément jusqu'ici ont les propriétés du fluide négatif, dans l'hypothèse de Symmer : ce sont des *électrons négatifs ;* en abandonnant un corps, ils le laissent chargé positivement.

Voici un tableau analogue où figurent les résultats des recherches faites au cours de ces dernières années ; la comparaison de ces deux tableaux sera très suggestive. Comme dans l'article cité, nous désignons par τ la *période de désagrégation*, c'est-à-dire le temps qu'exige la moitié de la substance pour se transformer.

SUBSTANCES	τ	NATURE DES RAYONS	POUVOIR PÉNÉTRANT DANS L'AIR	PROPRIÉTÉS DIVERSES
Uranium	$6,8 \times 10^9$ ans	α	3,3 cm.	Substance-mère du radium
Uranium X (?)	22 jours	β, γ		
Ionium		α, β	2,87 »	Rappelle par ses propr. chim. le thorium
Radium	± 1900 ans	α	3,5 »	Poids atomique 226,5
Emanation	3,75 jours	α	4,23 »	Gaz inerte ; se liquéfie à — 150°
Radium A	3 minutes	α	4,83 »	Dépôt de radioactivité induite. —
Radium B	26 »	β		Très instables. — Séparation par
Radium C	19 »	α, β, γ	α = 7,06 »	l'électrolyse
Radium D (= radioplomb)	20 ans (?)	absence		Ses propriét. rappellent celles du plomb
Radium E_1	6 jours	»		
Radium E_2	4,8 »	β		
Radium F (= polonium)	140 »	α	3,86 »	Sulfure insoluble dans les acides.
Plomb ?				

En examinant ce tableau, nous constatons d'abord que c'est l'*uranium* qui s'y présente comme la matière première, la substance-mère du radium. Voici quelques-unes des raisons qu'on peut invoquer en faveur de cette manière de voir. La substance-mère du radium doit avoir un poids atomique supérieur à celui de ce dernier, qui vaut 226,5. Nous ne connaissons que le thorium et l'uranium qui réalisent cette condition : le premier a pour poids atomique 232,5, le second 238,5. Or le choix entre ces deux métaux semble bien s'imposer : on a constaté, en effet, que les minerais d'uranium, rencontrés dans la nature, renferment toujours du radium et, ce qui est plus significatif encore, que le rapport entre les quantités d'uranium et de radium y est absolument constant : Dans n'importe quel minerai d'uranium, 1 gramme de cet élément est toujours accompagné de $3,8 \times 10^{-7}$ grammes de radium. Le thorium, il

est vrai, est aussi fréquemment associé au radium ; mais chaque fois que ce cas s'est présenté à l'observation, on a pu établir l'existence simultanée de l'uranium.

Toutefois, l'uranium n'engendre pas directement le radium. Des calculs, qu'il serait trop long d'exposer ici, montrent que 1 gramme d'uranium devrait produire, en un an, $1{,}37 \times 10^{-10}$ gramme de radium, si cette production se faisait directement, sans intermédiaire. Pareille quantité, quelque minime qu'elle soit, pourrait se mesurer aisément : en opérant sur un kilogramme d'uranium, un jour suffirait pour donner une quantité dosable de radium. Or les expériences faites dans ce sens ont toujours donné un résultat négatif. Pour expliquer ce fait, on est forcé d'admettre que le radium se forme de l'uranium par l'intermédiaire d'une autre substance résultant d'une désagrégation très lente de l'uranium. Cette matière intermédiaire a été cherchée et, par des voies différentes, plusieurs savants ont réussi à la trouver : c'est l'*ionium*.

Sans passer en revue tous les termes provenant de la désagrégation de l'uranium, arrêtons-nous un instant aux deux produits les plus importants.

Depuis plusieurs années déjà M. K. A. Hofmann avait extrait de la pechblende — le célèbre minerai de l'uranium et du radium — une autre matière radioactive, que l'on nomma le *radioplomb*. A ceux qui voulaient identifier cette substance avec le *polonium*, Hofmann faisait remarquer que ce dernier élément n'émet que des rayons α, tandis que son radioplomb fournissait à la fois des rayons α et β. Cette observation ne parut pas convaincante, et les opinions restaient partagées, lorsque M. Rutherford intervint dans le débat et déclara que le radioplomb n'était autre chose que le *radium D* : le radium D engendre le radium E qui émet des rayons β ; le radium E, à son tour, donne naissance au radium F qui émet des rayons α. On s'expliquait donc les expériences de M. Hofmann sans faire intervenir une nouvelle substance : en réalité il avait extrait du radium D, par des moyens chimiques, et le radium E et le radium F. A l'heure qu'il est, tout doute au sujet de l'identité du radium D et du radioplomb a disparu.

Passons au *polonium*. Dès 1904, M. Rutherford avait affirmé que le *polonium*, découvert par Mme Curie dans la pechblende, était un produit de desagrégation du radium. Pour lui, alors déjà, le polonium était le radium F. Des recherches ultérieures ont une fois de plus confirmé les idées du savant Anglais.

Comme le radium F, le polonium n'émet que des rayons α, et leur vitesse est la même dans les deux cas. Les périodes de désagrégation et les autres propriétés ont été reconnues également identiques pour les deux substances. On était donc, depuis quelque temps déjà, assez bien d'accord pour admettre l'identité du radium F et du polonium, lorsque Mme Curie et M. Debierne ont repris l'étude de cet élément ; le 14 février de cette année, ils ont présenté à l'Académie des Sciences de Paris les résultats de ces nouvelles recherches (1). Si elles ne nous ont rien appris d'important au sujet de la transmutation des éléments, elles n'en sont pas moins d'une grande valeur, car elles nous permettent d'espérer la solution prochaine d'un problème des plus intéressants. M. Rutherford vient de préciser, dans la revue anglaise Nature (2), l'état actuel de nos connaissances relatives au polonium, en insistant sur l'importance des recherches entreprises par Mme Curie et M. Debierne. Nous empruntons à cet article une partie des indications qui vont suivre.

Cent kilogrammes de pechblende, contenant 50 pour 100 d'uranium, ne renferment que 170 milligrammes environ de radium et 0,1 de gramme seulement de polonium. Pour obtenir 0,1 milligramme de ce dernier corps, Mme Curie et de M. Debierne ont donc dû traiter méthodiquement les résidus de plusieurs tonnes de pechblende. Notons aussi que le polonium se désagrège à peu près 5000 fois plus vite que le radium ; sa radioactivité est autant de fois plus intense que celle de ce dernier. L'intérêt des travaux de Mme Curie et de M. Debierne ne réside pas uniquement dans la préparation d'une quantité dosable de polonium pur ; mais il ressort surtout de la détermination des produits de désagrégation de cette substance. Puisqu'elle émet des rayons α, et que ceux-ci, comme nous l'avons vu plus haut, sont des atomes d'hélium, le polonium fournit d'abord cet élément. Cette production d'hélium, affirmée déjà par MM. Rutherford et Boltwood, a été confirmée par les recherches récentes de Mme Curie et de M. Debierne. Mais M. Boltwood avait émis l'idée, il y a quelques années, que le polonium, en produisant des rayons α, se transformait en *plomb*. Il appuyait son opinion d'abord sur le rapport constant qu'il avait observé, dans les minerais de radium, entre les quantités de polonium et de plomb qui s'y trouvent. De plus, en examinant la série uranium-radium-polonium, il avait remar-

(1) Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CL, p. 386.
(2) Nature, 24 février 1910, t. 82, p. 491.

qué que la désagrégation s'accomplit avec élimination de 7 corpuscules α, ou de 7 atomes d'hélium. Il suffit, pour s'en convaincre, de consulter le tableau que nous avons donné plus haut. Or, le poids atomique de l'hélium étant 4, si l'on défalque du poids atomique de l'uranium, 238,5, le poids de 7 atomes d'hélium, soit 28, on obtient 210,5 c'est-à-dire le poids atomique hypothétique du polonium, qui, après la perte d'un nouvel atome d'hélium, devient 206,5, ce qui représente avec une approximation vraiment surprenante le poids atomique du plomb, que les dernières déterminations fixent à 207,1. Le moment semble venu, où par des *expériences et des observations directes,* on pourra contrôler ces intéressantes déductions. Le polonium pur préparé, bien qu'en quantité infime, par Mme Curie et M. Debierne, permettra sans doute de recueillir et d'examiner le produit final de la désagrégation de l'uranium et du radium. Évidemment il faudra pour cela un certain temps, car jusqu'ici nous nous trouvons en face de la désagrégation des matières radioactives, comme de simples spectateurs, impuissants à l'arrêter ou à l'accélérer. Une chose toutefois est dès maintenant certaine : *La transmutation de certains éléments n'est pas un rêve, mais une réalité.*

Les transformations dont nous venons de parler affectent toutes, il est vrai, des éléments *radioactifs*, et nous aurions pu y ajouter celles du *thorium* qui semble constituer le premier terme d'une autre série de substances radioactives, à peine entrevue (1). Mais voici que depuis quelques années on signale d'autres éléments, étrangers aux substances radioactives et qui subissent le même sort. Nous allons rapidement exposer les essais tentés et les résultats obtenus jusqu'ici dans cette voie. Pour aider à les comprendre, rappelons d'abord quelques-unes des relations qui existent entre les différents corps simples, ou éléments chimiques.

En 1869, le savant Russe Mendéléeff avait énoncé cette loi : Les propriétés physiques et chimiques des éléments sont des fonctions périodiques de leurs poids atomiques. En se basant sur ce principe, il avait établi une classification naturelle des corps simples. Ce n'est pas le lieu d'insister sur la valeur de cette classification, d'énumérer les services signalés qu'elle a

(1) On trouvera des détails sur la transformation du thorium dans la conférence citée plus haut de M. Debierne.

rendus à la chimie, et d'indiquer les difficultés qu'elle rencontre ; rappelons seulement qu'elle groupe, en général fort bien, les éléments qui, par tous leurs caractères, par toutes leurs propriétés, appartiennent à une même famille naturelle. A peine cette classification fut-elle connue, qu'elle suggéra l'idée que les éléments d'un même groupe pourraient bien avoir une origine commune. Cette hypothèse, qui nous intéresse surtout ici, s'appuyait sur plusieurs observations que nous ne pouvons développer ; il suffit d'ailleurs à l'intelligence de ce qui va suivre d'avoir rappelé que cette hypothèse avait été formulée et pouvait servir d'idée directrice dans de nouvelles recherches.

Les essais de transmutation dont nous avons à parler se rapportent à deux de ces groupes naturels d'éléments : le premier comprend les métaux alcalins, entre autres le lithium, le sodium, le potassium, ainsi que le cuivre, l'argent et l'or. L'autre rapproche le carbone, le silicium, le titane, le zirconium, l'étain, le plomb et le thorium. Voici les poids atomiques de ces éléments, dans l'ordre où nous venons de les énumérer :

Li	Na	K	Cu	Ag	Au	
7	23	39	63,5	108	197	
C	Si	Ti	Zr	Sn	Pb	Th
12	28	48	90	119	207	232,5

On savait, depuis plusieurs années, que les substances radioactives mises en présence de l'eau la décomposent en hydrogène et oxygène ; M. le Professeur Giesel l'avait constaté le premier : en dissolvant 0 gr, 1 de bromure de radium dans l'eau, il avait vu de petites bulles gazeuses se dégager d'une manière continue de la solution. Mais en mesurant les volumes des deux gaz, hydrogène et oxygène dont ces bulles étaient formées, il avait constaté que la proportion de l'hydrogène était supérieure à celle suivant laquelle cet élément se trouve dans l'eau. M. W. Ramsay jugea intéressant de reprendre ces expériences (1), en remplaçant le bromure de radium par l'*émanation* (2) : le résultat fut

(1) Ramsay, *Ueber Transmutation*. Chemiker-Zeitung de Goethen, 1909, t. XXXIII, p. 261. Revue scientifique, 29 janvier 1909, t. 48 ; p. 140. *Sur la dégradation des éléments par l'action de l'émanation du radium*, par M. A. Lepape.

(2) L'« émanation » est une sorte de gaz radioactif qui s'échappe de certaines substances radioactives, qu'on peut recueillir, condenser, etc., comme un gaz ordinaire, et qui rend radioactifs les corps qui se trouvent en contact avec elle.

le même. Qu'arriverait-il si l'on substituait à l'eau une solution saline ? Obtiendrait-on la mise en liberté d'une quantité équivalente du métal, comme cela arrive dans l'électrolyse ? MM. Ramsay et Cameron voulurent s'en enquérir : ils firent donc agir l'émanation sur une solution de sulfate cuivrique.

Le résultat ne fut pas celui qu'on attendait : pas la moindre trace de cuivre métallique ne se révéla dans la solution soumise à l'émanation. On précipita donc le sel de cuivre complètement par l'hydrogène sulfuré, puis la solution limpide fut évaporée ; la nature du résidu étudiée dans son spectre donna, outre les raies du *sodium* et du *potassium*, celles du *lithium*. L'étrangeté de cette constatation, son importance surtout, si elle se confirmait, amenèrent les savants anglais à recommencer l'expérience trois fois encore, en prenant les précautions les plus minutieuses dans le choix du verre dont étaient faits les ballons employés, et pour éliminer, du sel cuivrique, toute trace de lithinm : le résultat fut le même. Des ballons-témoins identiques, les uns contenant de l'émanation sans sel de cuivre, et d'autres contenant la solution de sulfate cuivrique sans émanation, furent traités de la même manière : on n'y découvrit pas trace de lithium. Il fallait donc bien admettre la transformation d'une partie du sulfate de cuivre en lithium. Mais était-ce le cuivre ou le résidu acide qui avait subi le changement? Pour élucider cette question, M. Ramsay remplaça le sulfate par l'azotate de cuivre : le résultat fut encore une fois le même. C'est alors seulement que l'illustre expérimentateur formula cette conclusion : sous l'action de l'émanation, le cuivre se dégrade en lithium.

Mais le lithium n'était pas le seul élément que ces expériences avaient fourni : on avait constaté chaque fois aussi la formation de *sodium*. Il est vrai qu'une partie de ce dernier provenait d'une attaque du verre des ballons, les expériences-témoins le prouvaient ; mais les quantités de sodium fournies par les ballons-témoins étaient toujours notablement inférieures à celles que donnaient les expériences principales. Les quelques chiffres donnés par M. Lepape, dans l'article cité plus haut, le prouvent suffisamment :

	Poids initial du nitrate cuivrique	*Poids du résidu alcalin*	
En présence d'émanation	0gr,815	1gr,67	
En l'absence »	0gr,968	0gr,79	expériences-témoins.
En présence »	—	0gr,71	

Dans ces conditions, il semble que la dégradation du cuivre se fasse en passant par les différents termes du groupe des métaux alcalins, pour aboutir enfin au premier, le *lithium*, dont le poids atomique, 7, est le plus faible de la série.

L'importance de cette decouverte, si elle était définitivement confirmée, et l'extrême délicatesse des expériences qui y ont conduit, imposaient un contrôle expérimental. — Il a été tenté ; mais bien que les expériences de MM. Ramsay et Cameron remontent à 1907, rien jusqu'ici n'est venu confirmer, d'une manière décisive, les résultats obtenus par ces deux savants. D'autre part, de graves objections ont été soulevées contre leurs expériences. On a fait observer d'abord que le verre, aussi bien que les sels de cuivre, renferment ordinairement du lithium ; s'il n'est pas facile d'en constater de faibles traces surtout dans le verre, il est plus malaisé encore d'en débarrasser complètement les sels de cuivre. A cette objection M. Ramsay répond qu'il n'a pas trouvé de lithium ni dans le sel de cuivre, ni dans le verre qu'il a employés ; qu'on ne peut non plus affirmer que l'émanation ou le sel de cuivre, en attaquant le verre, aient mis en liberté le lithium ; car les expériences-témoins contenant ou du sel de cuivre ou de l'émanation n'ont pas fourni la moindre trace de cet élément. La seule explication qui pourrait être invoquée, semble-t-il, serait celle-ci : le sel cuivrique et l'émanation, simultanément présents, attaqueraient plus fortement le verre qu'en agissant séparément, et deviendraient ainsi capables de mettre en liberté le lithium, contenu dans le verre. Mais cette explication, purement conjecturale, paraîtra sans doute bien peu vraisemblable, et il serait, en tout cas, bien malaisé de la contrôler.

Une autre objection résulte de l'absence de tout rapport constant entre les quantités de cuivre et de lithium contenus dans les minéraux radioactifs. Bien que M. Mac Coy, en Amérique, et Mlle Gleditch, au laboratoire de Mme Curie à Paris, aient trouvé que tous les minerais radioactifs contenant du cuivre renferment de petites quantités de lithium, ce fait, à lui seul, ne prouve rien, étant donné que le lithium est très répandu dans la nature. D'autre part, Mlle Gleditch a pu, par des dosages précis, démontrer que les petites quantités de lithium qu'on trouve dans ces minerais n'ont aucun rapport ni avec la quantité de cuivre, ni avec celle de l'émanation qu'on y rencontre. En particulier la chalcolithe, phosphate d'uranium et de cuivre, contenant une forte proportion de ce dernier métal, malgré son haut degré de

radioactivité, est un des minerais les plus pauvres en lithium. A cette objection MM. Ramsay et Cameron ont fait observer, dans une note présentée à l'Académie des Sciences de Paris (1), que ces recherches ne fournissent pas un argument absolument contraire à leurs expériences, puisqu'il se pourrait que des conditions nécessaires pour la transformation du cuivre en lithium n'aient pas été réalisées dans ces minerais, et particulièrement dans la chalcolithe.

Mais l'argument le plus puissant qu'on ait présenté contre les conclusions des savants anglais, est l'insuccès des diverses tentatives faites pour reproduire leurs expériences. Peut-être pourrait-on passer sous silence les essais de M. Perman, compatriote de M. Ramsay, qui a fait réagir, sur une solution de 0gr,5 d'azotate de cuivre, un mélange de bromures de baryum et de radium ne contenant que 2 milligrammes de bromure de radium. Dans le cas le plus favorable, il n'aurait pu, en pareilles conditions, transformer par jour, en lithium, que moins de 1/100 000 000 du cuivre employé !

Les expériences de Mme Curie et de Mlle Gleditch sont beaucoup plus importantes. Après avoir constaté qu'on trouve du lithium dans tous les genres de verre et même dans les vases en quartz, ces chimistes ont eu recours à des appareils en platine. Ayant alors préparé avec des précautions infinies l'eau distillée et les réactifs nécessaires à leurs expériences, absolument exempts de lithium, elles ont repris le travail de MM. Ramsay et Cameron, et voici le résultat auquel elles sont arrivées. Après l'action de l'émanation, après l'élimination du cuivre et l'évaporation de la solution, l'analyse spectrale du faible résidu obtenu a montré qu'il contenait du sodium et un peu de potassium, mais pas de lithium. La conclusion de Mme Curie et de Mlle Gleditch est très sage : elles n'ont pas réussi à confirmer les expériences des deux savants anglais ; toutefois, elles se gardent d'affirmer qu'il ne s'est *formé,* dans leurs expériences, aucune trace de sodium ou de lithium ; mais elles jugent, avec raison, que le fait de la *formation* de ces éléments ne peut être, dès maintenant, considéré comme établi.

Leur insuccès est, en effet, très significatif ; mais la foi de M. Ramsay n'en est pas ébranlée. Voici ce qu'il lui oppose.

Il y a quelques années, dit-il, j'avais préparé 70^cc^ d'un

(1) Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, 1908 ; t. CXLVI, p, 556.

hydrure de bore gazeux, en faisant réagir de l'acide chlorhydrique sur du borure de magnésium. Je n'exagère rien en disant que j'ai essayé depuis, vingt-cinq fois au moins, à reproduire cette substance, sans y réussir. L'explication ne peut être que celle-ci : bien que j'aie changé, dans ces nombreuses expériences, toutes les circonstances qui pourraient avoir une influence sur la production de cet hydrure, je n'ai plus réussi à réaliser les conditions nécessaires pour cette préparation, conditions que, dans la première expérience, j'avais réalisées par hasard et sans m'en rendre compte. M. Ramsay pense donc que Mme Curie, en modifiant l'expérience, aura écarté quelque condition essentielle pour la dégradation du cuivre en lithium.

Passons à une autre transmutation annoncée par le même savant au mois de septembre de l'année dernière (1). D'après cette communication, M. Ramsay aurait réalisé, sous l'influence de l'émanation, la dégradation des éléments plomb, thorium, zirconium, titane et silicium jusqu'au premier terme du groupe, le *carbone*. Déjà en juin 1906, au cours de ses recherches sur la production de l'hélium par le thorium, il avait observé la formation d'anhydride carbonique. Dès lors, plusieurs expériences furent faites en vue de contrôler ce résultat. On y apporta toutes les précautions possibles pour éviter l'introduction d'anhydride de carbone dans les ballons d'expériences ; malgré tout, cependant, on en trouva chaque fois une quantité relativement considérable. En présence de ces faits M. Ramsay résolut d'entreprendre, en collaboration avec M. Usher, une étude méthodique de tous les éléments appartenant au groupe du thorium, afin de voir s'il se produisait, en présence de substances radioactives, une dégradation de ces éléments.

Comme matière radioactive les deux savants utilisèrent, dans chacun de leurs sept essais, l'émanation retirée d'une solution de bromure de radium contenant 0gr,2111 de radium métallique. Chaque ballon d'expérience reçut l'émanation produite par cette solution durant une semaine, soit environ 0^cc^,0912 d'émanation pure, soigneusement débarrassée de toute trace d'anhydride carbonique. Les substances soumises à l'action de cette émanation furent le chlorate de plomb, $Pb(ClO_3)_2$, le nitrate de thorium, $Th(NO_3)_4$, le nitrate de zirconium, $Zr(NO_3)_4$, le sul-

(1) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 25 sept. 1909. — Revue scientifique, 23 octobre 1909.

fate de titane, $Ti(SO_4)_2$ et l'acide hydrofluosilicique, H_2SiFl_6. Quatre semaines après l'introduction de l'émanation, on ouvrit les ballons : tous les sept contenaient de l'anhydride carbonique, quatre contenaient aussi de l'oxyde de carbone. MM. Ramsay et Usher donnent, dans leur rapport cité plus haut, les résultats suivants :

Solutions		Volume de l'émanation cc.	CO_2 cc.	CO cc.	d'où carbone mgr.
$Pb(ClO_3)_2$ aq.		0,0649	0,007	0,006	0,102
$Th(NO_3)_4$ aq.	I	0,1120	0,551	—	2,93
»	II	0,0765	0,124	—	0,968
$Zr(NO_3)_4$ aq.	I	0,0692	0,116	0,008	1,071
»	II	0,0865	0,124	0,002	0,873
$Ti(SO_4)_2$ aq.		0,0912	0,054	0,096	0,982
H_2SiFl_6 aq.		0,0724	0,063	—	0,518

D'après ces expériences, il semble donc qu'en présence de l'émanation, les éléments du groupe du carbone aient été dégradés jusqu'au premier terme, le *carbone*, en produisant cet élément, non à l'état libre, mais combiné à l'oxygène, sous forme d'oxyde de carbone et surtout d'anhydride carbonique. Une expérience de contrôle, faite dans les mêmes conditions avec le nitrate de mercure, avait donné, comme on devait s'y attendre, un résultat négatif. Mais, chose curieuse et tout à fait inexplicable, en soumettant du perchlorate de bismuth au même traitement, on a obtenu également de l'anhydride carbonique. Or le bismuth n'appartient pas au groupe du carbone, mais à celui de l'azote. En escomptant par conséquent une dégradation du bismuth, on devait s'attendre à obtenir de l'azote ou un autre élément de ce groupe ; en réalité, on n'en a pas même constaté de traces. Quant à la production de carbone, elle est ici absolument déconcertante.

Tel est, sommairement exposé, l'état actuel de nos connaissances sur la transmutation des éléments. Résumons-en les traits principaux.

1° Il est définitivement établi que les *substances radioactives* subissent des transmutations.

2° Parmi ces substances radioactives, plusieurs au moins sont des corps simples ou *éléments chimiques* nettement

reconnus comme tels ; tels sont, par exemple, l'uranium, le radium, le polonium, le thorium.

3° L'*hélium,* élément dépourvu de radioactivité, se forme dans la désagrégation de diverses substances radioactives. Il semble certain qu'il est identique aux rayons α privés de deux électrons.

4° M. Ramsay affirme, preuves à l'appui, avoir constaté la désagrégation du *cuivre* en *sodium* et en *lithium*, et celle des éléments du groupe du *plomb* en *carbone.*

De toutes ces transformations, ces dernières sont, sans conteste, les plus importantes, mais aussi les moins certaines. Nous avons, pour affirmer leur réalité, l'autorité de M. W. Ramsay, chimiste et physicien de premier ordre, auquel la Science doit une série de découvertes remarquables. Rappelons, entre autres, la découverte de l'argon et des autres gaz rares de l'atmosphère, ses travaux sur la production de l'hélium par les substances radioactives, découvertes qui reçurent dans la suite des confirmations éclatantes. Mais cette autorité, quelque grande qu'elle soit, suffit-elle pour nous imposer un assentiment absolu, lorsqu'il s'agit d'expériences si difficiles, si délicates et si grosses de conséquences ? Nous avons vu ce que pensent, de la transformation du cuivre en lithium, Mme Curie et Mlle Gleditch, après s'être livrées à des expériences de contrôle admirablement conduites ; voici comment M. Ramsay lui-même parle de la dégradation des éléments du groupe du plomb, en terminant son discours présidentiel, devant la *Chemical Society* de Londres (1) ; on ne peut mieux faire que de se rallier à sa manière de voir : « Personne plus que moi, dit-il, n'a conscience de l'insuffisance de la démonstration. Aussi, beaucoup d'autres expériences devront être réalisées avant qu'on puisse affirmer, avec confiance, que certains éléments, soumis à l'action de l' « énergie concentrée » subissent une dégradation qui les transforme en carbone. »

H. De Greeff, S. J.

(1) Voir ce discours dans la Revue scientifique, 1909, 18 décembre, p. 769.

GÉOGRAPHIE

—

Le bilan géographique de l'année 1909, par le Frère Alexis-M. G., professeur. — Fascicule de 42 pages in-8°, texte compact. Liége, Dessain, 1910.

C'est la 29e année de cette publication périodique qui s'adresse spécialement aux étudiants, mais qui intéresse aussi le grand public.

Europe. — *Belgique.* La première page du « Bilan » rappelle le douloureux événement de la mort de Léopold II, exactement après 44 ans de règne, du 17 décembre 1865 au 17 décembre 1909.

L'histoire consacrera le souvenir des grandes qualités de ce monarque, qui a su faire de la petite Belgique, si resserrée dans son territoire européen, une « plus grande Belgique », non seulement en lui adjoignant l'empire africain du Congo, mais aussi en développant à tous points de vue cette activité intellectuelle et économique qui fait aujourd'hui de notre pays la cinquième puissance commerciale et coloniale du monde entier.

L'année 1909 avait été pour le Roi et la nation belge une année de fêtes et de triomphes : 25e anniversaire du gouvernement catholique, célébré dans toutes les provinces ; fêtes coloniales grandioses à Anvers, où le Roi développa son programme d'exploitation du Congo, avec le concours de tous. « Je rêve, y dit-il, de voir la petite Belgique devenir comme la grande capitale du mouvement commercial, industriel, scientifique et artistique dans le monde. »

Après cet hommage rendu à la mémoire du Roi défunt, l'auteur signale l'avènement du roi Albert et sa prestation du serment de fidélité à la Constitution belge, dans la séance des Chambres réunies le 23 décembre.

En *Angleterre,* on signale l'accentuation de l'*impérialisme* et la tenue d'un congrès pour unir la métropole à ses colonies par un système d'armements dispersés, mais sous un commandement central, chacune des trois grandes colonies fortifiant ses positions et sa marine locale. Des conventions douanières modifiant le libre-échange absolu leur sont accordées.

Une question irritante agite l'opinion, à savoir si la Chambre

des Lords, la gloire séculaire du pays, mais combattue aujourd'hui par la Chambre des Communes en matière d'impôts, conservera son droit de veto et ses autres privilèges. De là est résultée la dissolution du Parlement.

La question irlandaise s'est encore améliorée, mais celle de l'abolition du serment royal en matière confessionnelle est différée.

Une exposition internationale s'est tenue à Londres avec un plein succès ; mais le projet du *tunnel* sous le Pas de Calais n'a pas encore conquis l'opinion publique, qui tient aux avantages insulaires du pays.

En *France*, à côté des fêtes jubilaires de l'Apparition de Lourdes et de celles de la béatification de Jeanne d'Arc, qui ont réjoui les cœurs catholiques, il faut signaler l'ardeur sectaire de plus en plus vive du gouvernement, surtout contre la liberté de l'enseignement à tous les degrés.

Le budget français, « l'Himalaya des budgets du monde », a dit M. Poincaré, ancien ministre, est tel qu'il n'est plus possible de l'équilibrer. La dépopulation s'accentue chaque année : contre 20 naissances 19 décès, alors que l'Allemagne a 32 naissances contre 18 décès.

La *Hollande* s'est réjouie de la naissance d'une princesse héritière du trône.

L'*Allemagne* a fêté le 50e anniversaire du Kaiser Wilhelm II.

Le *Congrès eucharistique* de Cologne a réuni les délégués de toutes les nations catholiques et s'est terminé par une magnifique procession de 100 000 hommes, en présence de 600 000 spectateurs édifiés.

Mais à l'autre bout de l'Empire, il est triste de voir se continuer par la violence la prussification des paroisses catholiques polonaises, dont les biens sont confisqués au profit des émigrés protestants.

En *Autriche-Hongrie,* la politique ferme du vieil empereur-roi François-Joseph a triomphé des oppositions serbes et turques par l'annexion définitive de la Bosnie et de l'Herzégovine, occupées depuis trente ans déjà à la suite de la guerre russo-turque de 1878. — Le mouvement catholique est en progrès dans l'empire ; mais la diversité des races se fait toujours sentir entre Allemands, Tchèques, Hongrois, Trentins.

La *Suisse,* comme le *Danemark* et la *Suède*, nonobstant l'état de paix générale, augmentent leur organisation militaire et les moyens de défense pour éviter des surprises. En *Norvège,* les

femmes ont obtenu le droit de vote et d'élection pour le Sthorting : déjà deux d'entre elles, élues pour représenter le district de Christiania, ont siégé à cette Chambre.

La *Russie* se remet difficilement des terribles secousses éprouvées depuis sa défaite par le Japon. Le terrorisme d'en bas, les concussions administratives d'en haut, les tergiversations de la Douma, qui ne sait voter que des demi-mesures en faveur des libertés religieuses et civiles, indiquent une situation politique mal assise.

La *Pologne* proteste contre la russification de ses provinces orientales, et la *Finlande* fait mine de s'armer révolutionnairement contre le despotisme qui veut lui ravir ses droits à l'autonomie.

En *Portugal,* le jeune roi Manuel II a eu la satisfaction de voir son parent don Miguel renoncer à toute prétention à la couronne.

En *Espagne*, la mort a mis fin à la compétition de don Carlos VII, le chef du Carlisme, si souvent en rébellion depuis l'abolition de la loi salique, prononcée par Ferdinand VII. D'autre part, l'Espagne s'est vue fortement engagée au Maroc dans une guerre contre les Riffains des environs de Melilla, et il n'a pas fallu mobiliser moins de 40 000 hommes pour les mettre à la raison.

Les anarchistes espagnols ont profité du prétexte de la levée des troupes pour fomenter une furieuse révolution à Barcelone. Après des horreurs de dévastations sacrilèges, l'armée a ramené le calme, et le chef des anarchistes, Ferrer, déjà compromis il y a deux ans dans l'attentat contre le Roi, a été passé par les armes, malgré les protestations de la franc-maçonnerie cosmopolite.

A *Rome,* Pie X a décrété l'abolition du droit de *veto*, que certains souverains catholiques s'étaient arrogé dans l'élection des Papes, au détriment de la liberté de l'Église.

En *Italie*, c'est la catastrophe inouïe du tremblement de terre qui, dans la nuit du 28 décembre 1908, a renversé de fond en comble les villes de Messine et de Reggio, faisant plus de 100 000 victimes (on avait dit le double) et pour deux milliards de francs de dégâts, en partie irréparables. Jamais séisme aussi désastreux n'avait été signalé ; jamais non plus la charité internationale ne s'exerça pareillement, car elle envoya pour 80 millions de francs de secours, dont 6 millions furent distribués par le Pape.

En *Turquie*, un coup d'État militaire des « Jeunes Turcs » a renversé le tyran Abd-ul-Hamid pour le remplacer par son frère

Mohammed V, tenu longtemps prisonnier. Celui-ci a juré fidélité à la Constitution et il manifeste des sentiments conformes aux principes de liberté.

La *Roumanie* et la *Bulgarie* sont restées paisibles.

La *Serbie* et le *Monténégro*, qui protestaient contre l'annexion de la Bosnie à l'Autriche et voulaient partir en guerre, se sont apaisés grâce à l'injonction des grandes puissances, mais non sans obtenir quelques avantages commerciaux.

La *Grèce* est en pleine révolution militaire contre le roi et la dynastie, à qui l'on reproche de n'avoir pas réussi à annexer la Crète, malgré l'opposition de la Turquie suzeraine et celle des puissances protectrices, qui tiennent à éviter une guerre désastreuse.

Asie. — Traversons rapidement les immenses solitudes de la *Sibérie,* où se continue l'afflux des émigrants russes dans la zone du Transsibérien.

Arrivons au *Japon,* qui poursuit son rôle d'éducateur des peuples de race jaune et insuffle son modernisme, non seulement à la *Corée,* qu'il organise activement, mais encore à la Chine, à l'Indo-Chine et aux Indes. Étrange nation, hier encore isolée volontairement et aujourd'hui grande puissance mondiale, étonnante par ses audaces, son développement en tous genres, ses abus mêmes en diverses matières.

La *Chine*, elle aussi, prend conscience de sa force, trop longtemps engourdie. Elle revendique la Mandchourie, tout au moins les chemins de fer mandchouriens, dont la Russie et le Japon se sont emparés à la faveur des dernières guerres. Elle revendique en outre ses droits sur les territoires cédés à bail à l'Angleterre (Weï-haï-Weï), à l'Allemagne (Kiao-tcheou) et à la France (Kwang-tchéou), prétendant qu'elle peut désormais se passer de l'ingérence étrangère, du moins pour l'exploitation des voies ferrées, notamment celle de Péking à Han-kow, que déjà elle a reprise.

L'organisation de l'empire à l'européenne se manifeste par le projet de la création, à bref délai, d'un parlement impérial comprenant 360 membres, pour l'élection desquels il y aura 3 millions d'électeurs primaires donnant leurs suffrages à dix mille électeurs du second degré.

En *Indo-Chine,* les Français se sentent visés par la revendication des droits des indigènes, et la piraterie ne désarme pas. Par contre, les Anglais obtiennent du roi de Siam, moyennant

certaines compensations, la souveraineté des petits États de *Kélantan*, *Tringanou* et *Kédah*, qu'ils adjoignent à la Confédération des États malais, dont la nouvelle capitale, *Kuala-Lumpur*, déjà florissante, est au milieu des exploitations d'étain les plus riches du monde.

L'*Inde anglaise* n'est pas tranquille. Le nationalisme s'éveille, d'autant plus qu'on lui a fait des concessions en créant un Congrès national, qui, au lieu d'aider à gouverner selon les besoins des peuples, provoque les résistances et les aspirations à l'indépendance absolue.

En *Perse*, le sultan Mohammed Ali Mirza, qui avait juré fidélité à la Constitution octroyée par son père, s'étant rétracté, s'est vu renverser par les « Jeunes Persans », qui l'ont remplacé par son fils Ahmed Mirza, âgé de 11 ans. Il en est résulté pour le pays un état d'anarchie qui n'a pas encore pris fin.

En *Turquie d'Asie*, le massacre des Arméniens par les barbares Kurdes, auxquels se sont joints parfois les soldats turcs, a jeté la terreur dans les provinces du sud-est, particulièrement en Cilicie, à Adana, où 25 000 Arméniens ont été mis à mort. — La compétition pour la concession du chemin de fer d'Adana à Bagdad existe toujours : l'Allemagne luttant contre la Russie et l'Angleterre.

En *Arabie*, la voie ferrée de l'Hedjaz, propriété exclusive des musulmans, s'achève entre Médine et la Mecque.

Afrique. — *Maroc*. Nous avons relevé sommairement les faits de la guerre du Riff, motivée par l'opposition des tribus contre les Espagnols, qui exploitent les mines concédées près de Melilla. Le résultat est que ceux-ci, victorieux, ont fortifié leurs positions aux environs de la ville ; mais malgré la victoire, le gouvernement espagnol, empêché par certaines puissances jalouses, a dû renoncer à pousser plus loin l'occupation militaire. D'autre part, la France maintient ses troupes à Oudjda, sur la frontière d'Algérie, et à Casablanca, sur l'Atlantique.

Rien d'important en *Algérie*, non plus qu'en *Tunisie* et en *Tripolitaine*.

En *Égypte*, comme aux Indes, l'Angleterre est contrariée par le nationalisme, malgré la prospérité que son administration a apportée au pays. La création de Port-Soudan, excellente position militaire et commerciale, lui donne une communication détournée d'Alexandrie vers l'Inde par le Nil et la voie ferrée de Berber à Port-Soudan, urgente en cas de guerre et d'obstruc-

tion du canal de Suez ; elle est ainsi plus maîtresse de tout le Soudan égyptien. La concession du Canal, qui devait finir en 1968, est prolongée jusqu'en 2008.

Aux îles Canaries, le volcan *Ténérife,* que l'on croyait éteint, s'est réveillé. La lave, vomie par plusieurs cratères, s'est répandue jusqu'à 6 km. dans les vallons.

Rien à signaler sur les côtes de la *Guinée,* dans les possessions anglaises, françaises, allemandes et portugaises, depuis le Sénégal jusqu'au Congo. — La Nigérie anglaise, la plus importante de toutes, est très prospère et la civilisation paraît y marcher de pair avec les transactions commerciales.

Le *Congo français*, ou pour mieux dire l'*Afrique équatoriale française,* a vu l'annexion définitive du Wadaï, récalcitrant jusqu'ici. La capitale Abêcher a été enlevée d'un coup de main par le capitaine Fiegenschuh, grâce, dit-on, à la connivence d'un officier français qui se trouvait dans la place depuis plusieurs années.

Congo belge. L'organisation de la colonie se poursuit avec d'autant plus d'assurance que les voyages au Congo du prince Albert et du ministre Renkin auront fait la lumière sur bien des points restés obscurs ; voici les itinéraires qu'ils ont suivis.

Le prince Albert, parti d'Ostende le 2 avril, débarquait le 21 à Capetown, traversait par voie ferrée la Sud-Afrique anglaise par Kimberley, Buluvayo, les chutes Victoria et les mines de Broken-Hill. Pénétrant dans le Congo belge, il vit l'Étoile du Congo, longea le lac Moéro, descendit le Luapula ou le haut Congo jusqu'à Stanleyville, puis en bateau tout le Congo moyen jusqu'à Léopoldville ; il visita Boma, Banana et rentra à Anvers le 18 août, aux applaudissements de la nation entière.

De son côté, M. Renkin, ministre des Colonies, se rendit directement à Boma, Matadi, Léopoldville jusqu'à Lusambo ; puis il remonta le Congo jusqu'à Stanleyville et Nyangwé, se renseignant partout sur l'état des esprits et sur les actes de l'administration ancienne.

Passons l'*Angola* et le *Sud-Ouest africain* allemand et arrivons à l'*Union Sud-Africaine,* titre officiel accordé à la fédération des quatre Colonies britanniques du *Cap*, du *Natal*, de l'*Orange* et du *Transvaal*. Le nouveau régime de l'autonomie complète institue capitales simultanées Capetown, siège du Parlement fédéral ; Prétoria, résidence du gouverneur anglais et de l'administration centrale ; Bloemfontein, siège des Cours d'appel et de cassation. La Rhodésie, qui reste provisoirement

en dehors de l'Union, développe des embranchements à l'important chemin de fer du Cap au Caire.

Traversant l'*Est africain portugais, allemand* et *anglais,* anciens Mozambique et Zanguebar, nous finirons le périple africain par l'*Abyssinie,* où le négus Ménélick se meurt, dit-on, laissant sa succession à un jeune prince, mineur sous la tutelle de l'impératrice Taïtou.

Amérique. — Les *Américains au Pôle Nord.* Tel était le mot sensationnel vers la fin de l'année. Le docteur *Cook* prétend être parvenu en traîneau sur les glaces au Pôle même, le 21 avril 1908, un an avant son compétiteur, le capitaine *Peary,* qui n'y est arrivé que le 6 avril 1909.

Tous deux, du Groenland, ont lancé la nouvelle de leur succès en septembre. Le public, sans se mettre en garde contre l'étrangeté de cette coïncidence d'un retour simultané, alors que les deux arrivées diffèrent d'une année entière, se partagea, prenant parti pour l'un ou pour l'autre. Cook l'emporta d'abord par ses réclames ; mais, aux yeux des hommes réfléchis, les chances étaient plus grandes pour Peary, rompu depuis vingt ans aux explorations arctiques, que pour son compétiteur Cook, chercheur d'aventures. Aussi, après trois mois de polémique ardente, par les pièces du procès confiées à l'examen de l'Académie de Copenhague, celle-ci fit cette déclaration : rien ne prouve que Cook ait atteint le Pôle.

Quant à Peary, nul ne doute de la véracité de son récit, bien qu'une preuve absolue ne puisse être produite que par les explorateurs de l'avenir. Le résultat, pour le moment, c'est l'assurance que la calotte polaire arctique est constituée par une mer profonde couverte de glace, dont serait absente une terre de quelque étendue.

Passons au *Canada,* qui tend à devenir « le grenier de l'Angleterre », par l'abondance de céréales des trois nouveaux États de Manitoba, de Saskatchewan et d'Alberta, où les émigrants affluent.

Les *États-Unis,* sous l'impulsion du nouveau président Taft, poursuivent leur politique impérialiste, en construisant force vaisseaux de guerre ; en même temps, ils accentuent le système protectionniste en matière commerciale. Leurs progrès industriels et commerciaux, leurs richesses en productions naturelles et en finances, comme leurs records en « trusts », en « gratte-

ciel » et en fantaisies de tous genres, ne sont un mystère pour personne.

Le *Mexique* s'enrichit dans la paix, surtout par le développement de ses exploitations minières. Les troubles continuent dans l'*Amérique centrale,* où le *Nicaragua* notamment, après avoir fait la guerre au *Salvador,* s'est mis en pleine révolution fratricide, au risque de la mainmise des États-Unis. Ceux-ci cherchent à intervenir en soutenant les insurgés et peut-être aussi pour empêcher l'exécution du projet de canal par le Nicaragua, qui ferait échec à celui de Panama, dont le coût final est aujourd'hui prévu à 1 milliard 800 millions de francs, trois fois ce qu'a coûté le canal du Suez.

Les *Antilles* et les *Guyanes,* qui ne nous offrent que des faits d'ordre secondaire ; le *Brésil* lui-même, toujours prospère et qui compte aujourd'hui de 20 à 22 millions d'habitants, grâce à l'immigration, ne nous arrêteront pas ; non plus que le *Vénézuéla,* toujours en dette ; la *Colombie,* qui devient fédérative ; le *Pérou* et la *Bolivie,* réconciliés par l'arbitrage du président de l'Argentine ; le *Chili,* le *Paraguay* et l'*Uruguay,* qui restent calmes.

Enfin l'*Argentine,* dont la population est de 7 millions d'âmes, développe jusqu'en Patagonie ses cultures de céréales, qui en font l'un des plus importants « greniers de l'Europe ».

Quant à l'**Océanie,** après avoir mentionné les dispositions prises par les États du Commonwealth pour collaborer à la défense de l'Empire britannique, nous signalerons la superbe expédition du lieutenant *Shakleton,* qui, digne émule de Peary au Pôle nord, s'est approché du Pôle sud jusqu'à 88°23′ de latitude, par 62° de longitude Est, dépassant ainsi de plus de 700 kilomètres le record de son prédécesseur et compatriote Scott. Il ne s'en fallait que de 180 kilomètres ou de 4 à 5 jours de marche pour arriver au Pôle, mais le manque de vivres força au retour. Le résultat positif ici, c'est que la calotte polaire antarctique est bien constituée par un plateau continental de 1500 à 2000 mètres d'élévation, couvert de glaces et de montagnes de 3 à 4 mille mètres d'altitude.

Telle est, en raccourci, la situation géographique laissée par l'année 1909.

A. Monnois.

TABLE DES MATIÈRES

DU

DIX-SEPTIÈME VOLUME (TROISIÈME SÉRIE)

TOME LXVII DE LA COLLECTION

Livraison de Janvier 1910

UN DEMI-SIÈCLE DE DARWINISME, par le **P. Robert de Sinéty, S. J.** 5

L'INDUSTRIE DES TRANSPORTS MARITIMES, par **M. H. Mansion** 39

L'HYPNOTISME. ESQUISSE D'UNE THÉORIE NOUVELLE, par **M. A Eymieu** 73

COURANTS D'ÉTOILES, par le **P. J. Gaillard, S. J.** 127

VERS LA PÉDAGOGIE EXPÉRIMENTALE, par **M. J. J. Van Biervliet.** 160

L'AVIATION. HIER, AUJOURD'HUI, DEMAIN, par **M. le Vte R. de Montessus de Balore** 189

LES TROIS ÉTATS DE LA MATIÈRE ET LES CRISTAUX LIQUIDES, par le **P. J. Thirion, S. J.** 224

VARIÉTÉS. — I. *La carte lunaire de van Langren, conservée à l'Université de Leyde,* par le **P H. Bosmans, S. J.** 248

II. *A propos d'une Histoire des Mathématiques (suite),* par le **P. B. Lefebvre, S. J.** 264

CORRESPONDANCE 280

BIBLIOGRAPHIE. — I. Encyclopédie des sciences mathématiques (édition française), **M. O.** 281

II. Les notations mathématiques. Énumération, choix et usage, par D. André, **T. J.** 284

III. Festschrift Moritz Cantor, **H. Bosmans, S. J.** . 287

IV. Führer durch die mathematische Literatur, von Felix Müller, **H. Bosmans, S. J.** 292
V. Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technic herausgegeben, von K. von Buchka, **H. Bosmans, S. J.** 295
VI. Les observations méridiennes, théorie et pratique, par F. Boquet, **Éd. Goedseels.** . . . 298
VII. Calixte III et la Comète de Halley, par J. Stein, S. J., **J. Thirion, S. J.** 299
VIII. Coup d'œil d'ensemble sur la physique moderne. La matière, l'éther, l'électricité, par H. J. Proumen, **J. T.** 303
IX. Les combustions industrielles. Le contrôle chimique de la combustion, par H. Rousset et A. Chaplet, **R. V. M.** 305
X. L'électricité dans les mines, par E.-J. Brunswick, **H. R.** 307
XI. Le navire aérien, par L. Marchis, **G. B.** . . . 308
XII. Traité de géographie physique, par E. de Martonne, **N. N.** 315
XIII. Introduction à l'étude des maladies mentales, par H. Schloess, **L. B.** 318
XIV. L'Enigma della Vita e i nuovi Orizzonti delle scienze biologiche, par M. A. Gemelli, **L. B.** . . 319
XV. D'où venons-nous ? par l'abbé Th. Moreux, **C. de Kirwan.** 321

Revue des Recueils périodiques.
Astronomie, par **T. H.** 330
Entomologie, par le **P. L. Navas, S. J.** 336
Physique, par **F. W** 346

Bulletin Bibliographique 351

Livraison d'Avril 1910

S. A. R. Charles Théodore, Duc en Bavière 353
L'Assaut du Pole Sud, par **M. l'abbé Th. Moreux** . . 369
Un vitaliste idéaliste : Hans Driesch, par **le P. F. Donau, S. J.** 426
Proposition d'enquête sur les Marchés monétaires, par **M. Fernand Deschamps** 454
Un demi-siècle de Darwinisme *(suite et fin)*, par **le P R. de Sinéty, S. J.** 480
Ce qu'on peut apprendre en voyant couler l'eau, par **M. G. Van der Mensbrugghe** 514
LES PORTS ET LEUR FONCTION ÉCONOMIQUE *(suite)* :
XXX. Dans le Puget-Sund. Les Ports de Seattle et de Tacoma, par **M. M. Rondet-Saint** 534
XXXI. Les grands Ports de l'Adriatique : Trieste, Fiume, Venise, par **M. M. Dewavrin** 554
Variétés. — I. L'*Institut Carnegie à Washington*, par le **P. J. Van den Gheyn, S. J.** 602
II. *A propos d'une Histoire des Mathématiques (suite)*, par le **P. B. Lefebvre, S. J.** 606
Bibliographie. — I. Leçons élémentaires sur la théorie des fonctions analytiques, par E. A. Fouët, **F. W.** . 616
II. Einführung in die höhere Algebra, von M. Böcher, **J. Neuberg** 621
III. — I. Leçons sur la théorie de la croissance, par Émile Borel. — II. Principes de la théorie des fonctions entières d'ordre infini, par Otto Blumenthal, **M. O.** 622
IV. De l'ordonnance des nombres dans les Carrés magiques impairs, par A. Margossian, **B. L.** . . 627
V. Récréations mathématiques et Problèmes des temps anciens et modernes, par W. Rouse Ball, deuxième édition française, par J. Fitz-Patrick, **B. Lefebvre, S. J.** 629
VI. Mathematische Unterhaltungen und Spiele von Dr W. Ahrens, **H. B.** 632
VII. Les Mathématiques en Portugal, par R. Guimarães, **H. Bosmans, S. J.** 636

VIII. Traité pratique des poids et mesures des peuples anciens et arabes, par J.-A. Decourdemanche, **N. N.** 646
IX. Savants du jour. Gaston Darboux. Biographie. Bibliographie analytique des écrits, par Ernest Lebon, **J. N.** 648
X. Étude sur l'espace et le temps, par Georges Lechalas, **Paul Mansion** 649
XI. O. D. Chwolson. Traité de Physique, tome III, premier fascicule, **J. T.** 653
XII. Notions fondamentales sur la Télégraphie envisagée dans son développement, son état actuel et ses derniers progrès, par A. Turpain, **E. O.** . . . 654
XIII. Téléphonie. Du Téléphone Bell aux multiples automatiques, par A. Turpain, **N. N.** 656
XIV. I. Artillerie navale, par L. Jacob, colonel d'artillerie. — II. Chaudières et condenseurs, par F. Cordier. — III. Machines marines, par P. Drosne *(Encyclopédie scientifique)*, **Ph. du P** 661
XV. Instruction générale du 30 juillet 1909 sur la Guerre de siège, publiée par le Ministère français de la Guerre, **J.** 667
XVI. Les tremblements de Terre, par l'abbé Th. Moreux, **C. de Kirwan.** 669
XVII. Mythen und Erzählungen der Küstenbewohner der Gazelle-Halbinsel (Neu-Pommern) im Urtext aufgezeichnet und ins deutsche übertragen, von P. Jos. Meier, M. S. C., **J. G.** 672
XVIII. Notes sur la Médecine et la Botanique des anciens Mexicains, par A. Gerste, S. J., **J. Van den Gheyn, S. J.** 674
XIX. Phonétique et Morphologie de l'Ouest-Wallon, par A. Grignard, S. J., **A Mativa, S. J.** 675
XX. Les compteurs électriques, par L. Barbillon *(Actualités scientifiques)*, **F. W.** 677

Revue des Recueils périodiques.
Chimie, par **H. De Greeff, S. J.** 678
Géographie, par **A. Monnois** 693

ERRATUM

Page 160, ligne 1, au lieu de Psychologie, il faut Pédagogie.

Impr. F. & R. Ceuterick, rue Vital Decoster, Louvain.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. Cath., c. IV.

TROISIÈME SÉRIE

TOME XVII — 20 JANVIER 1910

(TRENTE-QUATRIÈME ANNÉE ; TOME LXVII DE LA COLLECTION)

LOUVAIN
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
(M. J. Thirion)
11, RUE DES RÉCOLLETS, 11

1910

LIVRAISON DE JANVIER 1910

I. — UN DEMI-SIÈCLE DE DARWINISME, par le **P. Robert de Sinéty, S. J.**, p. 5.

II. — L'INDUSTRIE DES TRANSPORTS MARITIMES, par **M. H. Mansion**, p. 39.

III. — L'HYPNOTISME. ESQUISSE D'UNE THÉORIE NOUVELLE, par **M. A. Eymieu**, p. 73.

IV. — COURANTS D'ÉTOILES, par le **P. J. Gaillard, S. J.**, p. 127.

V. — VERS LA PSYCHOLOGIE EXPÉRIMENTALE, par **M. J. J. Van Biervliet**, p. 160.

VI. — L'AVIATION. HIER, AUJOURD'HUI, DEMAIN, par **M. le Vte R. de Montessus de Ballore**, p. 189.

VII. — LES TROIS ÉTATS DE LA MATIÈRE ET LES CRISTAUX LIQUIDES, par le **P. J. Thirion, S. J.**, p. 224.

VIII. — VARIÉTÉS. — I. *La carte lunaire de van Langren conservée à l'Université de Leyde*, par le **P. H. Bosmans, S. J.**, p. 248. — II. *A propos d'une histoire des Mathématiques (suite)*, par le **P. B. Lefebvre, S. J.**, p. 264.

IX. — CORRESPONDANCE, p. 280.

X. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Encyclopédie des sciences mathématiques (édition française), **M. O.**, p. 281. — II. Les notations mathématiques. Énumération, choix et usage, par D. André, **T. J.**, p. 284. — III. Festschrift Moritz Cantor, **H. Bosmans, S. J.**, p. 287. — IV. Führer durch die mathematische Literatur, von Felix Müller, **H. Bosmans, S. J.**, p. 292. — V. Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Tecnik, herausgegeben von K. von Buchka, **H. Bosmans, S. J.**, p. 295. — VI. Les observations méridiennes, théorie et pratique, par F. Boquet, **Éd. Goedseels**, p. 298. — VII. Calixte III et la Comète de Halley, par J. Stein, S. J., **J. Thirion, S. J.**, p. 299. — VIII. Coup d'œil d'ensemble sur la physique. La matière, l'éther, l'électricité, par H. J. Proumen, **J. T.**, p. 303. — IX. Les combustions industrielles. Le contrôle chimique de la combustion, par H. Rousset et A. Chaplet, **R. V. M.**, p. 305. — X. L'Électricité dans les mines, par E.-J. Brunswick, **H. R.**, p. 307. — XI. Le Navire Aérien, par L. Marchis, **G. B.**, p. 308. — XII. Traité de géographie physique, par E. de Martonne, **N. N.**, p. 315. — XIII. Introduction à l'étude des maladies mentales, par H. Schloess, **L. B.**, p. 318. — XIV. L'Enigma della Vita e i nuovi Orizzonti delle Scienze biologiche, par M. A. Gemelli, **L. B.**, p. 319. — XV. D'où venons-nous ? par Th. Moreux, **C. de Kirwan**, p. 321.

XI. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Astronomie, par **T. H.**, p. 330. — Entomologie, par le **P. L. Navás, S. J.**, p. 336. — Physique, par **F. W.**, p. 346.

XII. — BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE, p. 351.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, t. I à t. XXXII, 1875 à 1908. Chaque vol. in-8° de 400 à 600 pages. fr. **20 00**

TABLE ANALYTIQUE des vingt-cinq premiers volumes des ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE (1875-1901). Un vol. in-8° de 250 pages (1904), en vente au prix de . . . . . fr. **3 00**

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES. Première série, 1877 à 1891. Trente volumes. Seconde série, 1892 à 1901. Vingt volumes. Troisième série, commencée en 1902. Les deux volumes annuels, de 700 pages in-8° chacun . . . . . fr. **20 00**

TABLE ANALYTIQUE des cinquante premiers volumes de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES (1877-1901). Vol. in-8° de XII-168 pages, petit texte (1904), en vente au prix de 5 fr. ; pour les abonnés . . fr. **2 00**

Ph. Gilbert. Mémoire sur l'application de la méthode de Lagrange à divers problèmes de mouvement relatif. Deuxième édition (1889). Vol. in-8° de 150 pages . . . . . fr. **7 50**

DISCUSSION SUR LE FŒTICIDE MÉDICAL. Brochure in-8° de 38 pages (1904) . . . . . fr. **1 00**

LA CRISE DU LIBRE-ÉCHANGE EN ANGLETERRE. Rapports de MM. G. Blondel, Ch. Dejace, A. Viallate, Emm. de Meester, P. de Laveleye, Ed. Vandersmissen. Brochure in-8° de 121 pages (1905) . . fr. **2 00**

LES PORTS ET LEUR FONCTION ÉCONOMIQUE : T. I. Introduction, Éd. Van der Smissen. I. La Fonction économique des Ports dans l'Antiquité grecque, H. Francotte. II. Bruges au Moyen âge, G. Eeckhout. III. Barry, H. Laporte. IV. Beira, Ch. Morisseaux. V. Liverpool, P. de Rousiers. VI. Anvers, E. Dubois et M. Theunissen. VII. Les Ports et la vie économique en France et en Allemagne, G. Blondel. Un vol. in-8° de 183 pages, figures et plans. Prix : 4 francs. T. II. VIII. Londres, G. Eeckhout. IX. Délos, A. Roersch. X. Rotterdam, J. Charles. XI. Gênes au Moyen âge, J. Hanquet. XII. Marseille, G. Blondel. Un vol. in-8° de 123 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. T. III. XIII. Le Port moderne de Gênes, M. Theunissen. XIV. Ostende. L.-Th. Leger. XV. Jaffa, P. Gendebien. XVI. Lisbonne, Ch. Morisseaux. XVII. Le Havre, G. Blondel. XVIII. Hambourg, P. de Rousiers et J. Charles. XIX. Rio-de-Janeiro, F. Georlette. XX. Han-Kow. A. Vanderstichel. Prix : 3 francs. T. IV. XXI. Barcelone et Bilbao, J. Charles. XXII. Buenos-Aires, M. Theunissen. XXIII. Brême, J. Charles. XXIV. New-York, Paul Hagemans. XXV. Le Port de Pouzzoles dans l'Antiquité, d'après un livre récent, Alphonse Roersch. XXVI. Shanghaï, A. A. Fauvel. XXVII. Zeebrugge, J. Nyssens-Hart. Un vol. in-8° de 184 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. Tome V, sous presse.

SUR QUELQUES POINTS DE MORALE SEXUELLE DANS SES RAPPORTS AVEC LA MÉDECINE. Rapport de M. le Dr X. Francotte. Brochure in-8 de 48 pages (1907). . . . . fr. **0 75**

DE LA DÉPOPULATION PAR L'INFÉCONDITÉ VOULUE. Rapport de M. le Dr Henri Desplats, et discussion. Brochure in-8° de 29 pages (1908) . . . . . fr. **0 75**

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE PAR

LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

TROISIÈME SÉRIE

Cette revue de haute vulgarisation, fondée en 1877 par la Société scientifique de Bruxelles, se compose actuellement de deux séries : la **première série** comprend 30 volumes (1877-1891) ; la **deuxième**, 20 volumes (1892-1901). La livraison de janvier 1902 a inauguré la **troisième série**.

La revue paraît en livraisons trimestrielles de 352 pages, à la fin de janvier, d'avril, de juillet et d'octobre. Chaque livraison renferme trois parties principales.

La **première partie** se compose d'**Articles originaux**, où sont traités les sujets les plus variés se rapportant à l'ensemble des sciences mathématiques, physiques, naturelles, sociales, etc.

La **deuxième partie** consiste en une **Bibliographie scientifique**, où l'on trouve un compte rendu détaillé et l'analyse critique des principaux ouvrages scientifiques récemment parus.

La **troisième partie** consiste en une **Revue des Revues et des Publications périodiques**, où des écrivains spéciaux résument ce qui paraît de plus intéressant dans les archives scientifiques et littéraires de notre temps.

Chaque livraison contient ordinairement aussi un ou plusieurs articles de **Variétés**.

CONDITIONS D'ABONNEMENT

Le prix d'abonnement à la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES est de **20 francs** par an. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de **25** %; le prix de leur abonnement est donc de **15 francs** par an.

Table analytique des cinquante premiers volumes de la REVUE. Un vol. du format de la REVUE de XII-168 pages. Prix : 5 francs ; pour les abonnés, 2 francs.

Des volumes isolés seront fournis aux nouveaux abonnés à des conditions très avantageuses.

S'adresser pour tout ce qui concerne la **Rédaction** *et l'***Administration** *au secrétariat de la Société scientifique, 11, rue des Récollets, Louvain.*

Une Notice sur la Société scientifique, son but, ses travaux, est envoyée gratuitement à ceux qui en font la demande au secrétariat.

Louvain. — Imp. F. & R. Ceuterick, rue Vital Decoster, 60.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. Cath., c. IV.

TROISIÈME SÉRIE

TOME XVII — 20 AVRIL 1910

(TRENTE-QUATRIÈME ANNÉE ; TOME LXVII DE LA COLLECTION)

LOUVAIN
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
(M. J. Thirion)
11, RUE DES RÉCOLLETS, 11

1910

LIVRAISON D'AVRIL 1910

I. — S. A. R. CHARLES THÉODORE, DUC EN BAVIÈRE, p. 353.

II. — L'ASSAUT DU POLE SUD, par **M. l'abbé Th. Moreux,** p. 369.

III. — UN VITALISTE IDÉALISTE : HANS DRIESCH, par le **P. F. Donau, S. J.,** p. 426.

IV. — PROPOSITION D'ENQUÊTE SUR LES MARCHÉS MONÉTAIRES, par **M. Fernand Deschamps,** p. 454.

V. — UN DEMI-SIÈCLE DE DARWINISME *(suite et fin)*, par le **P. Robert de Sinéty, S. J.,** p. 480.

VI. — CE QU'ON PEUT APPRENDRE EN VOYANT COULER L'EAU, par **M. G. Van der Mensbrugghe,** p. 514.

VII. — LES PORTS ET LEUR FONCTION ÉCONOMIQUE *(suite)* :

XXX. Dans le Puget-Sund. Les Ports de Seattle et de Tacoma, par **M. M. Rondet-Saint,** p. 534.

XXXI. Les grands Ports de l'Adriatique : Trieste, Fiume, Venise, par **M. M. Dewavrin,** p. 554.

VIII. — VARIÉTÉS. — I. *L'Institut Carnegie à Washington*, par le **P. J. Van den Gheyn, S. J.**, p. 602. — II. *A propos d'une Histoire des Mathématiques (suite)*, par le **P. B. Lefebvre, S. J.**, p. 606.

IX. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Leçons élémentaires sur la théorie des fonctions analytiques, par E. A. Fouët, **F. W.**, p. 616. — II. Einführung in die höhere Algebra, von M. Böcher, **J. Neuberg**, p. 621. — III. I. Leçons sur la théorie de la croissance, par Émile Borel. — II. Principes de la théorie des fonctions entières d'ordre infini, par Otto Blumenthal, **M. O.**, p. 622. — IV. De l'ordonnance des nombres dans les carrés magiques impairs, par A. Margossian, **B. L.**, p. 627. — V. Récréations mathématiques et problèmes des temps anciens et modernes, par Rouse Ball, deuxième édition française, par J. Fitz-Patrick, **B. Lefebvre, S. J.**, p. 629. — VI. Mathematische Unterhaltungen und Spiele, von Dr W. Ahrens, **H. B.**, p. 632. — VII. Les mathématiques en Portugal, par R. Guimarães, **H. Bosmans, S. J.**, p. 636. — VIII. Traité pratique des poids et mesures des peuples anciens et arabes, par J.-A. Decourdemanche, **N. N.**, p. 646. — IX. Savants du jour. Gaston Darboux. Biographie. Bibliographie analytique des écrits, par Er. Lebon, **J. N.**, p. 648. — X. Étude sur l'espace et le temps, par Georges Lechalas, **P. Mansion**, p. 649. — XI. O. D. Chwolson. Traité de physique, tome III, premier fascicule, **J. T.**, p. 653. — XII. Notions fondamentales sur la télégraphie envisagée dans son développement, son état actuel et ses derniers progrès, par A. Turpain, **E. O.**, p. 654. — XIII. Téléphonie. Du téléphone Bell aux multiples automatiques, par A. Turpain, **N. N.**, p. 656. — XIV. I. Artillerie navale, par L. Jacob, colonel d'Artillerie. — II. Chaudières et condenseurs, par F. Cordier. — III. Machines marines, par P. Drosne *(Encyclopédie scientifique)*, **Ph. du P.**, p. 661. — XV. Instruction générale du 30 juillet 1909 sur la guerre de siège, publiée par le Ministère français de la Guerre, **J.**, p. 667. — XVI. Les tremblements de terre, par l'abbé Th. Moreux, **C. de Kirwan**, p. 669. — XVII. Mythen und Erzählungen der Küstenbewohner der Gazelle-Halbinsel (Neu-Pommern) im Urtext aufgezeichnet und ins deutsche übertragen, von P. Jos. Meir, M. S. C., **J. G.**, p. 672. — XVIII. Notes sur la médecine et la botanique des anciens Mexicains, par A. Gerste, S. J., **J. Van den Gheyn, S. J.**, p. 674. — XIX. Phonétique et morphologie de l'Ouest-Wallon, par A. Grignard, S. J., **A. Mativa, S. J.**, p. 675. — XX. Les compteurs électriques, par L. Barbillon *(Actualités scientifiques)*, **F. W.**, p. 677.

X. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Chimie, par le **P. H. De Greeff, S. J.**, p. 678. — Géographie, par **A. Monnois,** p. 693.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, t. I à t. XXXIII, 1875 à 1909. Chaque vol. in-8° de 400 à 600 pages fr. **20 00**

TABLE ANALYTIQUE des vingt-cinq premiers volumes des ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE (1875-1901). Un vol. in-8° de 250 pages (1904), en vente au prix de . . . . . fr. **3 00**

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES. Première série, 1877 à 1891. Trente volumes. Seconde série, 1892 à 1901. Vingt volumes. Troisième série, commencée en 1902. Les deux volumes annuels, de 700 pages in-8° chacun . . . . . fr. **20 00**

TABLE ANALYTIQUE des cinquante premiers volumes de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES (1877-1901). Vol. in-8° de XII-168 pages, petit texte (1904); en vente au prix de 5 fr. ; pour les abonnés . . fr. **2 00**

Ph. Gilbert. Mémoire sur l'application de la méthode de Lagrange à divers problèmes de mouvement relatif. Deuxième édition (1889). Vol. in-8° de 150 pages . . . . . fr. **7 50**

DISCUSSION SUR LE FŒTICIDE MÉDICAL. Brochure in-8° de 38 pages (1904) . . . . . fr. **1 00**

LA CRISE DU LIBRE-ÉCHANGE EN ANGLETERRE. Rapports de MM. G. Blondel, Ch. Dejace, A. Viallate, Emm. de Meester, P. de Laveleye, Ed. Vandersmissen. Brochure in-8° de 121 pages (1905) . . fr. **2 00**

LES PORTS ET LEUR FONCTION ÉCONOMIQUE : T. I. Introduction, Éd. Van der Smissen. I. La Fonction économique des Ports dans l'Antiquité grecque, H. Francotte. II. Bruges au Moyen âge, G. Eeckhout. III. Barry, H. Laporte. IV. Beira, Ch. Morisseaux. V. Liverpool, P. de Rousiers. VI. Anvers, E. Dubois et M. Theunissen. VII. Les Ports et la vie économique en France et en Allemagne, G. Blondel. Un vol. in-8° de 183 pages, figures et plans. (Épuisé). **T. II.** VIII. Londres, G. Eeckhout. IX. Délos, A. Roersch. X. Rotterdam, J. Charles. XI. Gênes au Moyen âge, J. Hanquet. XII. Marseille, G. Blondel. Un vol. in-8° de 123 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. **T. III.** XIII. Le Port moderne de Gênes, M. Theunissen. XIV. Ostende. L.-Th. Leger. XV. Jaffa, P. Gendebien. XVI. Lisbonne, Ch. Morisseaux. XVII. Le Havre, G. Blondel. XVIII. Hambourg, P. de Rousiers et J. Charles. XIX. Rio-de-Janeiro, F. Georlette. XX. Han-Kow. A. Vanderstichel. Prix : 3 francs. **T. IV.** XXI. Barcelone et Bilbao, J. Charles. XXII. Buenos-Aires, M. Theunissen. XXIII. Brême, J. Charles. XXIV. New-York, Paul Hagemans. XXV. Le Port de Pouzzoles dans l'Antiquité, d'après un livre récent, Alphonse Roersch. XXVI. Shanghaï, A. A. Fauvel. XXVII. Zeebrugge, J. Nyssens-Hart. Un vol. in-8° de 184 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. **T. V**, sous presse.

UR QUELQUES POINTS DE MORALE SEXUELLE DANS SES RAPPORTS AVEC LA MÉDECINE. Rapport de M. le Dr X. Francotte. Brochure in-8 de 48 pages (1907). . . . . fr. **0 75**

E LA DÉPOPULATION PAR L'INFÉCONDITÉ VOULUE. Rapport de M. le Dr Henri Desplats, et discussion. Brochure in-8° de 29 pages (1908) . . . . . fr. **0 75**

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE PAR

LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

TROISIÈME SÉRIE

Cette revue de haute vulgarisation, fondée en 1877 par la Société scientifique de Bruxelles, se compose actuellement de deux séries : la **première série** comprend 30 volumes (1877-1891) ; la **deuxième**, 20 volumes (1892-1901). La livraison de janvier 1902 a inauguré la **troisième série**.

La revue paraît en livraisons trimestrielles de 352 pages, à la fin de janvier, d'avril, de juillet et d'octobre. Chaque livraison renferme trois parties principales.

La **première partie** se compose d'**Articles originaux**, où sont traités les sujets les plus variés se rapportant à l'ensemble des sciences mathématiques, physiques, naturelles, sociales, etc.

La **deuxième partie** consiste en une **Bibliographie scientifique**, où l'on trouve un compte rendu détaillé et l'analyse critique des principaux ouvrages scientifiques récemment parus.

La **troisième partie** consiste en une **Revue des Revues et des Publications périodiques**, où des écrivains spéciaux résument ce qui paraît de plus intéressant dans les archives scientifiques et littéraires de notre temps.

Chaque livraison contient ordinairement aussi un ou plusieurs articles de **Variétés**.

CONDITIONS D'ABONNEMENT

Le prix d'abonnement à la Revue des Questions scientifiques est de **20 francs** par an. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de **25** %; le prix de leur abonnement est donc de **15 francs** par an.

Table analytique des cinquante premiers volumes de la Revue. Un vol. du format de la Revue de XII-168 pages. Prix : 5 francs ; pour les abonnés, 2 francs.

Des volumes isolés seront fournis aux nouveaux abonnés à des conditions très avantageuses.

S'adresser pour tout ce qui concerne la **Rédaction** *et l'***Administration** *au secrétariat de la Société scientifique, 11, rue des Récollets, Louvain.*

Une Notice sur la Société scientifique, son but, ses travaux, est envoyée gratuitement à ceux qui en font la demande au secrétariat.

Louvain. — Imp. F. & R. Ceuterick, rue Vital Decoster, 60.

ifiques Bruxelles
10 22-88518

AMNH LIBRARY
100226267